

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE GRANOS DE CAUCHO (GCR) MEDIANTE EL RECICLAJE DE  
LLANTAS FUERA DE USO**



**Universidad  
Tecnológica  
de Pereira**

**PATRICIA DEL PILAR CARDONA URRUTIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
PEREIRA, RISARALDA  
2016**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE GRANOS DE CAUCHO (GCR) MEDIANTE EL RECICLAJE DE  
LLANTAS FUERA DE USO**

Trabajo de Grado para optar por el título como  
**Administradora Industrial**

Patricia del Pilar Cardona Urrutia  
Código 42.123.127

Director: M.S César Augusto Zapata Urquijo

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL  
PEREIRA, RISARALDA  
2016**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Pereira, enero 19 de 2016

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada con todo el Amor y agradecimiento al MEJOR PAPA DEL MUNDO Y EL UNIVERSO ENTERO “MI PADRE” no solo por ser el promotor y motivador incansable de la IDEA y el PROYECTO del cual se deriva este trabajo de grado sino también por demostrarme y enseñarme el valor de la perseverancia, entre tantos otros que me ha inculcado toda la vida “y aún lo sigue haciendo”.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por la bendición del estudio.

A mi Padre por ser el motor de este proyecto y permitirme participar en él.

A mi hermano por su apoyo.

A mi esposo y mis hijos por regalarme el tiempo precioso de ellos para poder culminar este proyecto.

A mis amigas Johanna y Clara Inés por el acompañamiento y ayuda incondicional

A los amigos que me animaron para culminar mis estudios Universitarios.

A al Director de esta tesis y mis profesores por la compañía y la transferencia de conocimientos.

Al Director del programa de Administración Industrial por su asesoría y consejos.

A mi Universidad y quienes trabajan en ella por hacerla una de las mejores del país.

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>8</b>
1.1 PLANTEAMIENTO .....	8
1.2 FORMULACIÓN .....	9
1.3 SISTEMATIZACIÓN .....	9
<b>2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
3.2 OBJETIVS ESPECÍFICOS .....	11
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
4.1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	13
4.2 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO EN ESPACIO Y TIEMPO.....	13
<b>5. MARCO DE REFERENCIAS .....</b>	<b>16</b>
5.1 ANTECEDENTES .....	16
5.2 MARCO TEÓRICO .....	17
5.2.1 ETAPAS EN UN ESTUDIO FINANCIERO:.....	17
5.2.2 RECICLAJE DE NEUMÁTICOS .....	17
5.2.3 COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE NEUMÁTICOS. ....	18
5.3 MARCO CONCEPTUAL .....	19
5.4 MARCO LEGAL .....	20
<b>6. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>23</b>
<b>7. ESTUDIO DE MERCADOS.....</b>	<b>26</b>
7.1 ANÁLISIS DEL MERCADO .....	26
7.2 CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE RECICLAJE DE LLANTAS.....	28
7.3 PRECIOS DE VENTA .....	29
7.4 PROYECCION EN VENTAS .....	30
7.5 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA .....	32
7.6 MERCADO OBJETIVO.....	32
7.6.1 APLICACION DEL GCR EN LA CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (MERCADO PRINCIPAL) .....	33
7.7 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EN EL MERCADO OBJETIVO .....	34
7.8 ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR .....	34
<b>8. ESTUDIO OPERACIONAL .....</b>	<b>37</b>
8.1 VIABILIDAD TECNOLÓGICA .....	37
8.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	37
8.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	38
8.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROCESO.....	40
8.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	40
8.5 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS.....	41

8.5.1 FICHA TÉCNICA DE PLANTA ECO GREEN CR-1000 (1 TON / HORA).....	42
8.5.2 FICHA TÉCNICA DE DESTALONADORA ECO GREEN (NO INCLUIDA EN EL SISTEMA GENERAL) .....	43
<b>8.6 INFRAESTRUCTURA .....</b>	<b>43</b>
<b>8.7 MANO DE OBRA .....</b>	<b>44</b>
<b>9. ESTUDIO ORGANIZACIONAL .....</b>	<b>46</b>
9.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	46
9.2 ANÁLISIS DOFA.....	47
9.3 TIPO DE SOCIEDAD.....	49
9.4 COSTOS ADMINISTRATIVOS.....	49
<b>10. ESTUDIO FINANCIERO .....</b>	<b>50</b>
10.1 REQUERIMIENTO DE ACTIVOS .....	50
10.2 INVERSIÓN INICIAL.....	50
10.3 FLUJO DE CAJA ANUAL.....	52
10.4 ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO .....	55
10.5 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN .....	56
10.5 PROYECCIÓN DE GASTOS ADMINISTRATIVOS.....	57
10.6 REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE TRABAJO.....	58
10.7 SISTEMA DE FINANCIAMIENTO .....	59
10.8 COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN .....	60
10.9 PUNTO DE EQUILIBRIO .....	61
10.9 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE FACTIBILIDAD .....	62
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS 1 REGISTRO FOTOGRAFICO .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS 2 REGISTRO FOTOGRAFICO .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXOS 3 FOTOGRAFICOS.....</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>71</b>
<b>WEB GRAFÍA .....</b>	<b>72</b>

## **LISTADO DE FIGURAS**

FIGURA 1. MAPA DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

FIGURA 2. COMPARATIVO DEL MANTENIMIENTO DE LAS VIAS

FIGURA 3. SISTEMA DE TRITURADO

FIGURA 4. DESTALONADORA

FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

FIGURA 6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

FIGURA 7. ANÁLISIS DOFA



## **LISTADO DE TABLAS**

TABLA 1. COMPOSICIÓN DE LOS NEUMATICOS

TABLA 2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL NEUMÁTICO

TABLA 3. COMPOSICIÓN APROXIMADA DE UN NEUMÁTICO DE AUTOMÓVIL EN PESO (%)

TABLA 4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

TABLA 5. LLANTAS DISPONIBLES PARA RECICLAR EN RISARALDA

TABLA 6. LLANTAS CANDIDATAS A SER RECICLADAS EN RISARALDA

TABLA 7. PRODUCTOS A OBTENER EN EL PROCESO DE RECICLAJE DE LLANTAS

TABLA 8. CARACTERISTICAS FÍSICAS DEL GCR

TABLA 9. PRECIOS DE VENTA PROYECTADOS

TABLA 10. VENTA PROYECTADAS A 10 AÑOS

TABLA 11. CAPACIDAD INSTALADA DE LA MAQUINARIA

TABLA 12. DATOS DE PRODUCCION

TABLA 13. TIPO DE VEHICULO Y SU PESO

TABLA 14. MANO DE OBRA REQUERIDA

TABLA 15. PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS

TABLA 16. ACTIVOS FIJOS

TABLA 17. INVERSION

TABLA 18. FLUJO DE CAJA PROYECTADO

TABLA 19. VALOR PRESENTE

TABLA 20. ESTADO DE RESULTADOS

TABLA 21. PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN

TABLA 22. PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS

TABLA 23. CAPITAL DE TRABAJO

TABLA 24. TABLA DE LEASING

TABLA 25. COSTOS VARIABLES PROYECTADOS

TABLA 26. FLUJO DE CAJA

## INTRODUCCIÓN

El deshielo polar, la destrucción de la capa de ozono, los cambios climáticos, la manipulación genética, el uso de insecticidas, la tala de bosques, la destrucción de las cuencas hidrográficas, la explotación exagerada e irresponsable de los recursos naturales renovables y no renovables y el destino final (post-consumo) de los residuos tienen en máxima alerta a la humanidad porque estamos destruyendo nuestro planeta. Mundialmente se producen millones de toneladas de residuos sólidos entre ellos las llantas usadas (Conocidos como Neumáticos fuera de uso-NFU) que tienen en promedio 2 años para su recambio y el tiempo de degradación es alrededor de 100 años; las llantas actualmente son enterradas, incineradas a cielo abierto o en hornos industriales incluso en los del sector de los alimentos, contaminando el medio ambiente y poniendo en peligro la salud pública.<sup>1</sup>

Ésta tesis busca justificar la factibilidad económica para la creación de una Planta de Reciclaje de llantas fuera de uso en Risaralda, con sede en la ciudad de Pereira, demostrando que es una oportunidad de negocio, que constituye una inversión amigable con el planeta, con atractivas tasas de retorno y con beneficios sociales de generación de empleo directo e indirecto; además de ser una oportunidad innovadora en el medio universitario para complementar la teoría con la práctica mediante tesis que resuelvan problemas de la comunidad y preferiblemente que sean acumulativas e interdisciplinarias.

En el desarrollo del proyecto macro propuesto por el profesor Hernando Cardona, para crear un **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN ALREDEDOR DEL RECICLAJE** con sub-proyectos sobre Llantas usadas (como éste trabajo de tesis que se constituye en su primer aporte académico) y Aluminio, plástico, cobre, aceite de motor, aceite de cocina, basura electrónica y otros.

De dicho hace parte éste estudio de factibilidad económica para el reciclaje de las llantas usadas, se consultaron fuentes de información primarias y secundarias, visitando empresas y entrevistando personas que trabajan en el área del post-consumo de llantas usadas. Como resultado de estos estudios se concluye la necesidad de crear una planta de reciclaje de llantas en el Área Metropolitana de la ciudad de Pereira, aportando una solución al medio ambiente, mostrando los beneficios económicos, sociales, ambientales y académicos que traen las diferentes aplicaciones del reciclaje de llantas.

---

<sup>1</sup> Disponible en la web: <http://www.urosario.edu.co/Plaza-Capital/CIUDADANIA/El-problema-con-las-llantas-falta-de-conciencia-de/>

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO

La contaminación es uno de los mayores problemas de salud pública identificados en Colombia, se estima que cerca del 77% del país maneja una alta contaminación<sup>2</sup>, se ha pretendido frenar las causas de la problemática ambiental; intentando neutralizar la contaminación con programas de reciclaje y otros intentos que no han sido eficaces puesto que día a día la contaminación se incrementa. Una de las problemáticas ambientales más graves son las llantas (NFU) arrojadas a potreros, cañadas; a playas de ríos, mares y océanos<sup>3</sup>, calles, andenes, etc., que sirven como criadero de zancudos, mosquitos y sitios de encuentro de roedores, aumentando el riesgo de enfermedades tipo Chikungunya.

El 72% de las llantas fuera de uso<sup>4</sup> se utilizan como fuente energética en los hornos industriales e incluso en los de la industria alimenticia tipo trapiche de caña de azúcar, contribuyendo a contaminar la atmósfera del planeta, destruyendo la capa de ozono y ocasionando efecto invernadero.

En Risaralda, al igual que en todo el país las llantas fuera de uso se han convertido en un problema ambiental y de salud pública toda vez que solamente entre el 2% y el 3% de ellas están siendo utilizadas en unos pocos centros de reciclaje a nivel nacional, la planta de reciclaje de llantas más cercana a la Región Cafetera se llama CORPAUL ubicada en Yumbo Valle<sup>5</sup>, a la cual llega un porcentaje de llantas recolectadas en Risaralda después de ser destrozadas en una bodega ubicada en la Badea-Dosquebradas.

Para reciclar las llantas la tecnología más usada es la trituración mecánica que las descompone así: (65-70) % en Granos de Caucho Reciclado (GCR), (25-30) % en acero y 5% en relleno textil, todos ellos con la posibilidad de ser re-incorporados en diferentes aplicaciones industriales.

De acuerdo con las experiencias Internacionales e incluso Nacionales, uno de los productos obtenidos (GCR-malla 30)) se mezcla con el pavimento logrando una mejora en su resistencia, permeabilidad y duración.

La experiencia en Canadá, Estados Unidos, España, Italia, Brasil, Chile, México, Argentina, Hungría, China indica que la solución del problema por reciclaje industrial de llantas aporta: Cuantiosa ganancia **económica** (tasa de retorno y rentabilidad), inmensa ganancia **ambiental**, ganancia **sanitaria**, ganancia **social** generadora de empleo directo e indirecto (recolección y acopio) y como lo afirma el Director General del macro proyecto de RECICLAJE también genera una innovadora **ganancia Académica**.

Este estudio de factibilidad económica está encaminado a la creación de una empresa para el reciclaje de llantas usadas, organizando una red departamental de recolectores

---

<sup>2</sup>Disponible en la Web:

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>

<sup>3</sup> Ministerio de Defensa Nacional. Dirección General Marítima. Centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas; Disponible en la web: [ciohLibroPanoramaDeLaContaminacionDelCaribeColombiano1](#)

<sup>4</sup> Instituto de Desarrollo urbano de Bogotá.IDU.2008

<sup>5</sup> [http://www.corpaul.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33](http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33)

constituyéndose en 5 años en el primer Centro Colombiano de investigación sobre RECICLAJE de todo tipo de residuos, y con metas a corto, mediano y largo plazo en investigación interdisciplinaria y acumulativa sobre: aceites, cobre, basura electrónica, plástico, aluminio, etc. Proyecto Institucional de la Universidad Tecnológica de Pereira.

## **1.2 FORMULACIÓN**

¿Es factible económicamente el montaje y la operación de una planta de Reciclaje de llantas para la comercialización de sus derivados (GCR, Acero y relleno textil) en el Departamento de Risaralda?

## **1.3 SISTEMATIZACIÓN**

Para dar respuesta a los interrogantes propios de este proyecto precisamos:

- > ¿Cuál es el panorama actual de las llantas fuera de uso en Risaralda?
- > ¿Qué legislación existe en Risaralda en torno al destino final de las llantas?
- > ¿Qué nichos de mercado específicos están interesados en utilizar mezcla asfáltica mejorada con Granos de Caucho Reciclado –GCR-?
- > ¿Cuál es la disponibilidad de llantas usadas para reciclar en el departamento de Risaralda?
- > ¿Cuáles son las características y costos de los equipos necesarios para la planta de reciclaje de llantas usadas?
- > ¿Qué presupuesto se necesita para el desarrollo del proyecto y que instituciones brindan apoyo y financiamiento para este tipo de iniciativas?
- > ¿Cuál es el flujo de caja, el retorno de inversión y la rentabilidad de la plata de reciclaje?
- > ¿Cuál es el TIR en una proyección a 10 años?
- ¿Dónde está ubicada, cuál es su capacidad de producción y cuales los precios de venta de la competencia directa?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El problema ambiental y de Salud pública que generan las llantas fuera de uso, se agrava con el aumento del parque automotor a nivel mundial, en Colombia, se generan aproximadamente 6.000.000 de llantas usadas al año, de las cuales Pereira aporta más de 400.000 unidades, que representan el 60% del total de Risaralda<sup>6</sup>. Por esta razón teórica y metodológicamente se hace necesario aplicar estudios técnicos, económicos, de mercado y administrativos que determine que el reciclaje de llantas se ha convertido no solo en oportunidad de negocio sino en una necesidad inmediata para la preservación del medio ambiente; estudios que puedan ser usados como base para futuras investigaciones dado el incremento de la legislación Colombiana en el tema ambiental.

Desde el punto de vista práctico, se justifica la creación de una planta de Reciclaje de llantas; que permita aplicar los conocimientos teóricos y prácticos en las diferentes áreas de la carrera de Administración Industrial (Administrativos, financieros, de mercado) y aprovechar la oportunidad de aportar un **proyecto productivo y emprendedor** generando ganancias económicas y nuevos empleos directos e indirectos. Además visualizando como una oportunidad de negocio rentable los nuevos 2.000 kilómetros programados en “Vías para la equidad”<sup>7</sup> que potencialmente utilizarían nuestro producto final: GCR (Granos de Caucho Reciclado). Toda vez que la modernización de la infraestructura vial del país es un compromiso (TLC con EE.UU) y un propósito de política nacional.

A pesar de las limitaciones existentes para adquirir información del reciclaje de las llantas, que es un tema relativamente nuevo en el país, con información bastante restringida; se han realizado diferentes actividades de campo y se ha verificado la importancia de la creación de una planta de reciclaje de llantas, teniendo en cuenta que Risaralda actualmente no dispone con una planta diseñada para dar solución al problema ambiental que se genera por el destino final de llantas y de otros residuos.

La resolución número 1457 del 29 de Julio de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial<sup>8</sup>, que obliga a los productores de llantas a formular sistemas de recolección y gestión ambiental, ubicando a disposición del público puntos de recolección sin costo alguno. Esta resolución forma parte del conjunto de leyes y resoluciones ambientales que se han venido desarrollando desde los años 80, como vemos la creación de una planta de reciclaje de llantas está avalada por el ámbito político, por lo tanto es necesario la creación de una planta no solo como ayuda para el medio ambiente sino también como equilibrio de la vida social y política.

---

<sup>6</sup> Instituto de Transportes y Tránsito de Pereira.

<sup>7</sup> <http://www.vicpresidencia.gov.co/prensa/2015/Paginas/Risaralda-ya-tiene-en-marcha-cuatro-proyectos-del-Plan-de-Vias-para-la-Equidad-150813.aspx>

<sup>8</sup> Disponible en la Web: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40063>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio financiero que permita establecer la viabilidad económica del proyecto, su rentabilidad y la inversión requerida.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Investigar y conocer las principales características de los componentes de las llantas usadas.
2. Investigar las tecnologías existentes para el reciclaje de llantas.
3. Recopilar información sobre los diversos usos del producto resultante de llantas recicladas.
4. Calcular la viabilidad económica del proyecto, determinando la inversión requerida, los ingresos y costos, la rentabilidad y tasa de retorno.
5. Realizar la proyección financiera a 10 años, de la empresa de reciclaje de llantas.
6. Aplicar el concepto de Producción Más Limpia a las llantas, concretamente, en la etapa de disposición final.

#### 4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente tesis se han realizado diferentes actividades de campo que permite efectuar un análisis analítico y descriptivo de la situación actual además de plantear alternativas que generen posibles soluciones al problema.

La primera visita se realizó a Maderas Plásticas en la Unión Valle, en donde se realiza una trituración artesanal a las llantas por medio de molinos(cuchillas adheridas a un tambor); posteriormente se investigó sobre tesis y trabajos de pre-grado encaminados al tema de reciclaje de llantas, complementando con artículos en la web, normas y resoluciones especializadas en llantas; esto como fuentes de información de la metodología; logrando ampliar la perspectiva frente al tema e identificando y analizando los productos principales obtenidos del reciclaje G.C.R, Acero y relleno textil; y el mercado potencial (pavimentación de vías, vaciados, canchas sintéticas). Se visitó la Oficina de Planeación de la Vicepresidencia de Innovación de ECOPETROL en Bogotá y la empresa Agregados el Cairo en aras de ampliar el conocimiento en torno al mercado objetivo.

Utilizando video-conferencias con empresas que producen maquinaria especializada: CHARMOL de Hungría y Eco-Green-de EE.UU como fuente de información en términos de producción, comercialización y precios de maquinaria (cotizaciones) para el reciclaje de las llantas fuera de uso(NFU).

Siguiendo con la investigación de naturaleza exploratoria, se encontró que en Colombia actualmente existen empresas que producen Grano de Caucho Reciclado de diferentes granulometrías (mallas: 10, 20, 30) y que además se encuentran bajo el programa Rueda Verde de la ANDI; de ellas se visitaron: Reciclair en Mosquera – Cundinamarca y CORPAUL en Yumbo – Valle; y otras ya existentes como Ecology Rubber en Medellín y Mundo limpio en Carmen de Viboral-Antioquia.

En una visita realizada al IDU en Bogotá se logró identificar que el GCR se ha venido utilizando en la pavimentación de vías y es conocido como Mezcla Asfáltica Mejorada, especialmente en la ciudad de Bogotá. Tal es el crecimiento en el uso del GCR que la Sociedad Colombiana de Ingenieros – SCI realizó un evento llamado, “llantas usadas contaminación o uso inteligente” al cual se tuvo la oportunidad de asistir, obteniendo de esta manera fuentes primarias de información con Ingenieros especializados.

Una de las últimas visitas realizadas fue al Parque ecológico Mundo Limpio, en El Carmen de Viboral, pioneros en el tema de reciclaje de llantas y en la actualidad la empresa más importante y grande del país a donde llega un gran porcentaje de las llantas fuera de uso; esta empresa produce GCR malla 30, utilizada en pavimentación de vías, para abastecerse a sí mismo toda vez que hacen parte del grupo MPI filial de la multinacional SUN dedicada a la pavimentación de vías. También en Medellín se realizó contacto con la empresa Ecology Rubber, otra de las empresas pioneras que después de discontinuar su línea de reciclaje se dedicó al vaciado de GCR en parques infantiles y canchas sintéticas a nivel nacional.

Dada la información recopilada, el método que se utilizará será analítico, con la finalidad de observar la actualidad ambiental y los usos del reciclaje de las llantas-NFU-; los beneficios que trae la reincorporación al sistema productivo; realizando un estudio sobre la disponibilidad de las llantas, capacidad de producción del reciclaje, aplicaciones y el mercado potencial.



## 4.1 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada en fuentes primarias y secundarias, se utilizó para hacer proyecciones de producción y venta, disponibilidad de materia prima, costos, ingresos y utilidades y como información adaptada a la propuesta de construcción de una planta en el área Metropolitana de Pereira para conocer cuál sería el flujo de caja, el TIR, el tiempo de recuperación de la inversión, y todo lo necesario para decidir sobre la viabilidad del proyecto.

## 4.2 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO EN ESPACIO Y TIEMPO

El presente proyecto, encargado de la factibilidad económica para el reciclaje de las llantas usadas, se realiza en la Universidad Tecnológica, acreditada hasta el 2021 ubicada en la ciudad de Pereira, Departamento de Risaralda - Colombia, y hace parte integral del desarrollo del proyecto macro (Centro de Investigación y Producción Alrededor del Reciclaje: Llantas usadas, aluminio, plástico, aceite de motor, aceite de cocina, cobre, basura electrónica y otros) en la modalidad inter-disciplinaria.

Mencionemos algunas características de los municipios del departamento de Risaralda<sup>9</sup>

**FIGURA 1. MAPA DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA**



**Apia:** Está ubicado a 65 Km al noroccidente de Pereira, en la Cordillera Occidental de los Andes. Su economía se basa en la producción agrícola, principalmente en el café, posteriormente se dedica a la caña panelera, el frijol, frutas como la granadilla, el lulo y la mora; plátano, tomate y yuca.

**Balboa:** Se encuentra a 52 km de la capital. La economía regional se basa en el cultivo del café, caña de azúcar y panelera, frijol, plátano, tomate, yuca, pimentón,

<sup>9</sup> GONZALEZ, Cristian. Plan de desarrollo de un software enfocado en las buenas prácticas del cultivo de plátano. UTP. Pereira, 2012

cacao, guadua, maíz y papaya. En 1978 se inauguró el Ingenio Risaralda, uno de los principales polos de desarrollo para la región.

**Belén de Umbría:** Se encuentra 70 km de Pereira. La agricultura es la base de la economía, ocupado por 8.120 hectáreas en cultivos permanentes y semipermanentes. El café cubre el 92.23% de esta área, siguiendo en importancia la caña panelera, la caña de azúcar, el plátano y los cítricos. También es importante en la economía el manejo de la ganadería y la piscicultura.”

**Dosquebradas:** Es la segunda ciudad del departamento y uno de los principales centros industriales de Colombia puesto que en su territorio se encuentran instaladas la gran mayoría de las fábricas e industrias de la región. Tiene una población aproximada de 198.877 habitantes.

**Guática:** Esta localizado a 93 km de la capital del departamento, sus territorios son montañosos, posee un potencial turístico para la práctica de aventura, recreación y paseo por la cabecera municipal.

**La Celia:** Está ubicada a 67 km de la capital, su actividad económica más significativa es la agricultura y la ganadería.

**La Virginia:** Se encuentra localizado a 30 km de la ciudad de Pereira. La actividad económica más significativa es la agricultura de frutas ácidas, plátano, compra de café y cacao, actividades agroindustriales como el procesamiento de la caña de azúcar con el Ingenio Risaralda, además de servicios derivados de este proceso como lo son el transporte, el corte y el alce de este producto.

**Marsella:** Es un pequeño municipio, ubicado a 29 km de la capital. Sus territorios montañosos son bañados por los ríos Cauca y San Francisco.

**Mistrató:** Se encuentra 87 km de Pereira; sus territorios son montañosos en su mayoría y se encuentran regados por las aguas de los ríos Risaralda, San Juan, Mistrató y Chamí. Las actividades económicas más significativas son la agricultura, ganadería, explotación forestal y minería.

**Pereira:** Es la ciudad más poblada de la región del Eje cafetero, cuenta con 469.612 habitantes y conforma el área metropolitana, junto con los municipios de Dosquebradas y La Virginia. Está ubicada en la región centro-occidente del país. Se asientan en ella numerosas empresas públicas e instituciones y organismos del estado colombiano. Su economía es muy diversificada, la agricultura municipal tiene alrededor de 35 tipos de cultivo de los cuales el 70% corresponde a cultivos permanentes, el 8% son cultivos anuales y el 22% corresponden a los transitorios, pero a su vez el valor agregado se concentra en el café. Las actividades pecuarias vienen ganando importancia y la industria manufacturera se destaca en las actividades de confecciones.

**Pueblo Rico:** Se encuentra a 92 kilómetros de Pereira. La economía está alrededor de la caña panelera, el plátano, banano, ganadería y el pan coger.

**Quinchía:** Está situado sobre la Cordillera Occidental de Colombia. La economía básica de la región se basa en la: agrícola y minera, dada su posición geográfica equidistante a los principales centros del país como son Medellín, Pereira, Manizales, Bogotá y Cali. La producción de café es de excelente calidad, también es importante por sus cultivos de plátano, yuca, caña panelera y en los últimos años se ha posicionado como uno de los municipios con mayor producción de mora, así como también es gran cultivador de espárragos; en la parte minera se destaca por ser importante productor de oro y en menor escala de carbón.

**Santa Rosa de Cabal:** Es una de las principales ciudades del departamento, con una población de 72.417 habitantes entre sus áreas rurales y urbanas. Tiene un clima templado de montaña, con una temperatura promedio de 19°C y su economía gira alrededor del café.

**Santuario:** Está ubicado a 64 km de la capital, limita con los Municipios de Pueblo Rico, Apía, La Celia y Balboa y los departamentos del Valle del Cauca y Caldas. Cuenta con una población superior a los 15.000 habitantes y en su territorio se encuentra parte del Parque Nacional Natural Tatamá y el Parque Municipal Natural Planes de San Rafael. Centra su economía en el cultivo del café, pero también en la ganadería y la explotación forestal."

En general Risaralda es un departamento en el que se destacan las actividades agrícolas siendo un gran aportante de llantas usadas. Pereira representa el 60% del total del departamento y en esa misma proporción la cantidad de llantas usadas.

El presente trabajo se realizó durante los últimos meses del 2015 y enero de 2016.

## **5. MARCO DE REFERENCIAS**

### **5.1 ANTECEDENTES**

Las llantas usadas tienen como destino final potreros, cañadas, parques y calles, de manera anárquica, que contamina visualmente el paisaje y amenaza el medio ambiente y la salud pública.

Se utilizan ruralmente como materos, en artesanías como suelas o adornos, también para barreras de contención, en muelles en hornos industriales (cementeros y hasta en trapiches).

Por fortuna con los programas de modernizar la infraestructura vial, la creciente cultura y legislación ambiental, la experiencia internacional, la tecnología de reciclaje de llantas de caucho sus bondades sociales y ventajas técnicas; tenemos en nuestras manos la posibilidad de aportar en el cuidado de nuestro planeta. Esto si hacemos un uso inteligente de los recursos naturales.

Las diferentes tecnologías son mundialmente conocidas y comprobadas y el GCR usado tanto en pavimentación de vías como en pistas atléticas, pisos, paredes y techos. En Colombia el consumo aproximado es de 6.000.000 llantas/año.

La Universidad de los Andes, la Nacional de Colombia, la Distrital de Bogotá, la de Antioquia y la EAN entre otras, han realizado estudios especializados y tesis de posgrado o de pregrado, auspiciados principalmente por el IDU -Instituto de Desarrollo Urbano recomendando el uso confiable del GCR en pavimentos mejorados.

La Sociedad Colombiana de Ingenieros en su evento de junio 9 de 2015 en la actividad llamada “llantas usadas: Contaminación o uso inteligente” manifestó la aceptación de enriquecer el pavimento con GCR, reconociendo el uso de esta mezcla bituminosa como un compromiso profesional y de interés público y aceptando que la ingeniería colombiana debe aprender para satisfacer vacíos en ésta técnica de pavimentación. Es de conocimiento público el propósito y compromiso nacional de modernizar la malla vial incluso con autopistas de cuarta generación-4G, circunstancia que potencia la demanda del GCR. Esta modernización de la malla vial, la aceptación de firmas constructoras para usar GCR y la creciente legislación ambiental (resolución 1457 del ministerio del ambiente) y la más reciente que obliga a los usuarios finales a garantizar el uso inteligente de las llantas usadas y justifican la creación de nuestra planta y de similares en otras regiones del país donde no existan.

Además en buena hora la Asociación Nacional de Industriales ANDI acompañó la creación de plantas regionales de reciclaje de caucho en: Mosquera (Cundinamarca), Yumbo (Valle), Bucaramanga, Medellín y Barranquilla; que reforzaron otras ya existentes en el Carmen de Viboral, Medellín y Bogotá.

Éste estudio financiero forma parte integral del gran proyecto, presentado en la modalidad de SPIN OFF en la Universidad Tecnológica de Pereira, para crear una planta de reciclaje de llantas fuera de uso. Internacionalmente ya se reciclan las llantas porque demostraron su factibilidad económica, en Colombia tenemos como antecedente varias plantas en funcionamiento e igualmente tenemos varias tesis de grado una en la Universidad Distrital de Bogotá, en la Universidad EAN también de Bogotá y otras que demostraron con realidades, mercado, competencia y precios que el reciclaje de llantas constituye un excelente negocio ambiental y económico. En este proyecto se demostrará lo mismo con la información y circunstancias actualizadas.

## 5.2 MARCO TEÓRICO

**PROYECTO:** Es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver una necesidad humana, en forma eficiente, segura y rentable, entre ellas el **Problema Ambiental**.

Puede haber diferentes ideas, inversiones, tecnología y metodologías todas con el propósito de encontrar la mejor solución.

**EVALUACION:** Tiene por objeto conocer la rentabilidad económica – social y su viabilidad tecnológica y económica mediante estudios del mercado y análisis operativo y financiero.

**RESUMEN, CONCLUSIONES Y TOMA DE DECISIONES:** Utilizando la idea central, su entorno, necesidades y requerimientos, considerando sus Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas que desemboquen en una toma de decisiones según las factibilidades.

### 5.2.1 ETAPAS EN UN ESTUDIO FINANCIERO:

Introducción

Necesidades y fuentes de información, Recopilación de datos y su tratamiento estadístico (tablas-graficas software), procesamiento y análisis.

Definición de objetivos

Justificación

Antecedentes

Entorno

Mercado potencial insatisfecho: Aplicaciones del producto, Demanda y Oferta, Precios, Competencia, Proyecciones, tendencias, encuestas y canales de venta.

Viabilidad operativa y tecnológica: localización y tamaño de la planta, tipo, características y costos de máquinas y equipos, recepción de materia prima e insumos, despacho de productos finales.

**ESTUDIO ECONOMICO:** Costos fijos, variables y totales, Inversión necesaria, Depreciación y Amortización, Capital de trabajo, Tasa de rendimiento, Flujo de caja, Financiamiento, Punto de equilibrio

**EVALUACION ECONOMICA:** Valor presente de la inversión, Tasa interna de retorno (TIR), Tasa interna de oportunidad (TIO), Criterios Privado y social.

**RESUMEN-CONCLUSIONES Y TOMA DE DECISIONES.**

### 5.2.2 RECICLAJE DE NEUMÁTICOS

Las llantas fuera de uso NFU son la parte central de esta investigación, toda vez que se pretende analizar la viabilidad económica de una planta de reciclaje de llantas fuera de uso; con la finalidad de proponer una solución al problema ambiental mundial ocasionado. Los neumáticos, tienen una relación directa con el parque automotriz ya que son el elemento que permite el desplazamiento de los vehículos, Su invención se debe al Norteamericano Charles Goodyear quién descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

El reciclaje de llantas es una aplicación estudiada globalmente y que ha llevado a encontrar tecnología conocida a nivel mundial, ya que están compuestas principalmente de caucho que contiene aire para soportar al vehículo y su carga.

### 5.2.3 COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE NEUMÁTICOS.

**TABLA 1. COMPOSICIÓN DE LOS NEUMATICOS<sup>10</sup>**

TIPO DE NEUMATICO	Caucho natural	Caucho sintético	Negro de humo	Acero	Fibra textil	Peso promedio
Neumáticos de Pasajeros (automóviles y camionetas)	14 %	27%	28%	14 - 15%	16 - 17%	8,6 Kg
Neumáticos MCT (camiones y microbuses)	27 %	14%	28%	14 - 15%	16 - 17%	45,4 Kg.

FUENTE: *Combustibles alternativos, Holderbank 1997.*

**TABLA 2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL NEUMÁTICO**

ELEMENTO	PORCENTAJE
Carbono (C)	70
Hidrogeno (H)	7
Azufre (S)	1.....3
Cloro (Cl)	0,2...0,6
Fierro (Fe)	15
Óxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60-760 ppm
Cadmio	5-10 ppm
Talio	0,2-0,3 ppm

FUENTE: *Combustibles alternativos, Holderbank 1997.*

El neumático ocupa un destacado primer lugar entre todos los artículos de goma y se compone mayoritariamente de caucho (65%), aunque llevan otros componentes en diferentes porcentajes.

<sup>10</sup> Fuente: *Rubber Manufacturers Association*

**TABLA 3. COMPOSICIÓN APROXIMADA DE UN NEUMÁTICO DE AUTOMÓVIL EN PESO (%)**

ELEMENTO	PORCENTAJE
Caucho	62,0
Betún	3,0
Óxido de zinc	3,0
Negro de humo	25,0
Ácido esteartico	2,5
Alquitrán pino	1,3
Azufre	2,0
Antioxidante	0,6
Acelerador	0,6
<b>Total</b>	<b>100,0 %</b>

FUENTE: Goodyear<sup>11</sup>

### 5.3 MARCO CONCEPTUAL

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL:** Introducción de sustancias o materiales contaminantes en el ambiente que puedan ser nocivos para la salud, por lo general se generan como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental, dejando como consecuencia enfermedades y daños en el medio ambiente.

**RECICLAJE:** Proceso mediante el cual se recupera una cantidad de material convertido en residuos o desechos, para ser aprovechados y convertidos en materia prima no virgen reincorporándolos en el proceso de producción para generar un nuevo producto.

**RESIDUO SÓLIDO:** Desechos que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado o al finalizar su vida útil.<sup>12</sup>

**RDLL:** Residuo De Llantas

**LLANTA USADA O NEUMATICO FUERA DE USO:** Toda llanta que ha finalizado su vida útil y se ha convertido en residuo sólido y potencial de materia prima para el reciclaje-NFU.

**APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS:** Es la recuperación y transformación de las llantas, con el objeto de descomponerlas en sus principales componentes para incorporarlas nuevamente en los procesos productivos mediante métodos como el reciclaje.

**CAUCHO:** Sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica. El caucho sintético se prepara a partir de

<sup>11</sup> Fuente: [www.goodyear.cl](http://www.goodyear.cl)

<sup>12</sup> **CORANTIOQUIA.** Gestion de recursos solidos en la jurisdiccion de corantioquia. *Sitio web de CORANTIOQUIA.* [En línea]. [Citado el: 20 de Enero de 2014.] <http://www.corantioquia.gov.co/docs/LOGROS/GIRS.htm>

reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados.<sup>13</sup>

**GRANULO DE CAUCHO RECICLADO- GCR:** Este proceso consiste en la trituration de la llanta separando sus diferentes componentes como el caucho, el acero y las fibras textiles. El caucho es triturado en varias fases hasta obtener un grano de caucho de diferentes tamaños.

#### 5.4 MARCO LEGAL

Los fabricantes de llantas de caucho y de sus asociados (importadores de llantas, importadores y ensambladores de vehículos) son los generadores y responsables del problema del destino final de “sus” llantas fuera de uso, esto de acuerdo a la Resolución 1457 de 2010 Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones.

Por su gran importancia, se transcribe la orden circular emitida por la dirección General de Carreteras Española con fecha 31 de Octubre de 2002. “En las obras públicas en que su utilización sea económica y técnicamente viable, se dará prioridad a los materiales procedentes del reciclaje de Neumáticos Fuera de Uso. En estos casos se exigirá la inclusión de estos requisitos en los correspondientes pliegos de prescripciones técnicas”.<sup>14</sup>

**TABLA 4. LEGISLACIÓN AMBIENTAL**

NORMA	TITULO	APLICACIÓN
<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991</b>	Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
	Artículo 80	El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación restauración o sustitución. Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.
	Ley 9 de 1979	Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para

<sup>13</sup> **RAMIREZ, Viviana Andrea.** Creación de una empresa dedicada a la al reciclaje de llantas a través de su trituration. Trabajo de grado administración de empresas. Bogotá D.C. Universidad EAN. Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas. [En línea] 2012. [Citado el: 21 de Enero de 2014.]

<http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/2513/4/RamirezViviana2012.pdf>

<sup>14</sup> **DELARZE D. Paulina A.** Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de construcción civil. Valdivia-Chile 2008



<b>LEYES</b>		preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
	Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, se ordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental SINA y se dictan otras disposiciones.
	Ley 1333 de Julio 2009	Por la cual se establece el procedimiento sanitario ambiental y se dictan otras disposiciones.
	Ley 1259 de Diciembre de 2009	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
<b>DECRETOS DE LEY</b>	Decreto de Ley 2811 de 1974	A razón del volumen o de la cantidad de los residuos o desechos, se podrá imponer a quien los produce la obligación de recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
	Decreto 1713 de 2002: Reglamenta la Ley 142 de 1994	Reglamenta la Ley 142 de 1994 y otras disposiciones en relación con la prestación del servicio público de aseo Decreto 1505 de 2003: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos.

<b>DECRETOS</b>	Decreto 1505 de 2003	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos.
	Decreto 312 de 2006	Por el cual se adopta el plan maestro para el manejo integral de residuos sólidos en <b>Bogotá</b>
<b>RESOLUCIONES</b>	Resolución 2309 de 1986	Por la cual se regula lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos con características especiales.
	Resolución 1488 de 2001	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de los residuos sólidos (PGIRS), y se toman otras determinaciones.
	Resolución 1045 de 2003	Por medio de la cual se adopta la metodología para residuos PGIRS.
	Resolución 1457 de 2010	Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones
	Resolución 6981 de 2011	Por la cual se dictan lineamientos para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados en el <b>Distrito Capital</b>
	Resolución 3841 de 2011	Por la cual se establece la especificación técnica para la aplicación del grano de caucho reciclado (GCR) en mezclas asfálticas en caliente por vía húmeda

Desde los años 80 se percibe una voluntad política nacional, con el interés del Gobierno Nacional y en algunos casos Departamental y en los últimos tiempos en la capital Colombiana, en su interés por conservar el medio ambiente por medio de legislaciones que permitan el aprovechamiento de los recursos reciclables. La resolución 1457 de 2010 es un argumento importante para justificar la creación de una planta de reciclaje de llantas en el departamento de Risaralda.

## 6. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto está enmarcado en la propuesta del Profesor Hernando Cardona de crear un Centro Piloto de Reciclaje de residuos: (llantas, aluminio, cobre, basura electrónica, aceite de motor, aceite de cocina, plástico y otros) con disposición final que altera el equilibrio ecológico, contamina suelos, atmosfera, ríos, mares y océanos y sub-estima sus posibilidades de valor agregado para ser reutilizado en otros usos como materia prima no virgen.

Las llantas de caucho fuera de uso conocidas internacionalmente como NFU, que por su cantidad, tamaño, contaminación visual, contaminación atmosférica (cuando se queman al aire libre), su localización descontrolada en potreros cañadas y andenes, generan posible transmisión de enfermedades por picaduras de insectos (con costos inclusive económicos para su tratamiento médico); constituyen el primer objetivo de reciclaje de esa iniciativa.

Este trabajo de tesis llamado ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE GRANOS DE CAUCHO (GCR) MEDIANTE EL RECICLAJE DE LLANTAS FUERA DE USO constituye su **primer aporte académico** que desde el interior de la Universidad Tecnológica de Pereira se vincula en la defensa y rescate de nuestra casa común: el planeta tierra.

El proyecto busca crear una empresa con sede en el Área Metropolitana de Pereira que se dedique al reciclaje y trituración mecánica de llantas para obtener Granos de Caucho reciclado, Aluminio y Fibra de Textil que son los tres componentes.

El Grano de Caucho Reciclado agregado a la mezcla asfáltica mejora la calidad del pavimento en cuanto a su vida útil, flexibilidad, resistencia aun en condiciones extremas, disminuye el ruido, disminuye las grietas, es permeable al agua, garantiza mayor seguridad para vehículos y pasajeros y economiza costos de mantenimiento con respecto a los pavimentos convencionales.

La iniciativa macro de la cual nace este proyecto, es **novedosa** por que brinda a la comunidad Universitaria la oportunidad de complementar la teoría con la práctica trabajando en equipo e interdisciplinariamente en la solución de una necesidad de la población del Departamento de Risaralda: El problema Ambiental ocasionado por las llantas Fuera de Uso.

Se diferencia con la competencia tradicional en que la producción final de GCR de la empresa hasta hoy más importante y poderosa llamada Mundo Limpio destina su producción para autoabastecer su propia firma constructora de vías y la segunda empresa recicladora más importante llamada Ecology Rubber dejó de producir GCR y en su lugar lo compra para dedicarse a “alfombrar” con la técnica de **vaciado** parques infantiles y pistas deportivas.

La nueva competencia surge con el acompañamiento de la ANDI a través del programa Rueda Verde: Plantas en Mosquera, Yumbo, Bucaramanga, Barranquilla y Medellín; con la idea de aprovechar el auge de la pavimentación generado por el propósito Nacional de modernizar la infraestructura vial con la construcción programada de más de 2.000 Kilómetros de nuevas vías, arterias y autopistas de cuarta generación en su programa **Vías para la equidad** en el cual se incluye el Departamento de Risaralda con la conexión PACIFICOS. Ésta competencia nueva es insuficiente para satisfacer la demanda potencial esperada en la era de vías

construidas con llantas recicladas,<sup>15</sup> escasamente abastecerán la demanda de sus propias regiones; en el caso de la región cafetera la oferta de GCR no existe, razones económicas principalmente la ley de oferta y demanda y adicionando la creciente cultura y legislación ambientales ofrecen una excelente oportunidad de negocio para crear una planta en el Departamento de Risaralda.

Dicha planta tendrá como MISION el reciclaje de llantas de caucho fuera de uso para obtener un Grano de Caucho Reciclado- GCR- de alta calidad para ser usado en sus diferentes aplicaciones principalmente en mezcla asfáltica; prestando a productores, importadores, comercializadores y usuarios de llantas un servicio de gestión (post-consumo). Además del GCR, separará 2 sub-productos: Acero y la fibra textil actividad que representa una contribución Ambiental, Social, Económica y Académica.

La VISION es ser una empresa líder en Colombia por su concepción emprendedora e innovadora que entre 2016 y 2026 sea reconocida por la alta calidad de sus productos finales y su profesionalismo y compromiso Ambiental.

La empresa tiene como objetivo ofrecer una solución rentable para los inversionistas, un aporte social al generar empleo directo e indirecto y ambiental para minimizar el impacto de la mala disposición final de las llantas.

Dadas las circunstancias de oferta y demanda se descarta la necesidad de hacer descuentos y promociones a los precios de venta del GCR. Para el Acero existe una demanda internacional con presencia en Colombia. La Fibra Textil tiene su propia demanda aunque más limitada.

El estudio de factibilidad para la creación de una planta de producción de GCR se genera dada la necesidad de viabilidad económica del proyecto macro de RECICLAJE que cuenta con un equipo de 13 emprendedores de la Universidad Tecnológica de Pereira, 6 de ellos profesionales (4 a nivel de maestría), 5 tecnólogos y 2 estudiantes.

TABLA DE INVERSIÓN	
ACTIVOS FIJOS	4.615.120.000
INVERSIÓN DIFERIDA (GASTOS PRE-OPERATIVOS)	202.666.918
CAPITAL DE TRABAJO	127.460.384
<b>TOTAL</b>	<b>4.945.247.302</b>

La inversión total requerida para el proyecto es de 4.945.247.302 que se adquiere el 50% como aporte de los socios y el 50% por medio de Leasing.

La inversión diferida corresponde a los gastos de constitución de la empresa, adecuación de la nave industrial (bodega alquilada), el transporte y la nacionalización de la maquinaria y los estudios necesarios (mercados, infraestructura, otros).

El capital de trabajo está representado en los costos de operación necesarios para el funcionamiento de los dos primeros meses.

<sup>15</sup> [eltiempo.com/18deenerodel2016](http://eltiempo.com/18deenerodel2016)

Los precio por tonelada del GCR \$2.300.000, del Acero \$321.000 y de la Fibra Textil que sumados representan unos ingreso para el primer año de \$ 1.566.455.351 aumentando en el décimo año hasta \$ 3.458.770.658.

Similarmente:

<b>CONCEPTO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 11</b>
Utilidad Bruta	\$ 1.299.597.398	\$ 3.076.619.672
Utilidad Operacional	\$ 449.136.206	\$ 2.054.598.399
Utilidad Neta	\$ 77.272.449	\$ 1.376.580.928

Hay que tener presente que el Leasing se cancela a los 10 años, circunstancias que favorecen las perspectivas generales del proyecto y estimulan al inversionista privado.

TIR ( 10 años )	17,50%
Estimado de llantas para procesar al año 27%	107.958
PLAZO Leasing	10
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	11 AÑOS
PUNTO DE EQUILIBRIO EN VENTAS	\$ 587.719.458

La tabla anterior confirma que crear una empresa con sede en el Área Metropolitana de Pereira para reciclaje llantas de caucho usadas es viable económicamente y representa una excelente oportunidad de negocio.

## 7. ESTUDIO DE MERCADOS

### 7.1 ANÁLISIS DEL MERCADO

En Colombia, las llantas de caucho fuera de uso (NFU) con el crecimiento del parque automotor se han convertido en un problema de contaminación visual, en un atentado contra el medio ambiente y en un riesgo de salud pública, la ciudadanía en general y el gobierno en particular han venido adquiriendo una conciencia ambiental creciente; que aprovechando las experiencias internacionales ha originado legislación ambiental con el propósito de resolver la disposición final de las llantas fuera de uso, eliminando el problema y valorizando los productos (caucho, acero y fibra textil) obtenidos mediante el reciclaje de las llantas.

Para la realización del presente estudio se parte del hecho de disponer de las llantas fuera de uso en la planta como materia prima, (a costo \$0), previendo un costo del flete desde los centros de acopio hasta la planta; toda vez que la actividad de recolección y acopio estará a cargo de la red de recolección del proyecto madre.

En Risaralda se cuenta con un total estimado de llantas fuera de uso de 510.773 según información actualizada al 2015 suministrada por Transportes y Tránsito de Pereira (cuyo parque automotor representa el 60% del departamento)

**TABLA 5. LLANTAS DISPONIBLES PARA RECICLAR EN RISARALDA**

REGISTRO AUTOMOTOR PEREIRA 2015			
TIPO DE VEHICULO	NUMERO DE VEHICULOS PEREIRA 2015	LLANTAS PROMEDIO	TOTAL LLANTAS EN USO
Automóviles	51.203	4	204.812
Camperos	8.649	4	34.596
Camionetas	12.248	4	48.992
Camión	2.064	4	8.256
Microbuses	674	4	2.696
Busetas	484	4	1.936
Buses	553	4	2.212
Tracto mulas	179	4	716
volquetas	542	4	2.168
Agrícolas	7	4	28
Industrial	13	4	52
<b>TOTAL PEREIRA 60%</b>	<b>76.616</b>	<b>4</b>	<b>306.464</b>
<b>TOTAL RISARALDA 100%</b>	<b>127.693</b>	<b>4</b>	<b>510.773</b>

FUENTE: Elaboración propia con datos suministrados por Transportes y Tránsito de Pereira

**TABLA 6. LLANTAS CANDIDATAS A SER RECICLADAS EN RISARALDA**

<b>LLANTAS FUERA DE USO EN RISARALDA DATOS DE 2015</b>	<b>llantas / año</b>
Total de llantas Fuera de Uso en Risaralda-T/T Pereira	<b>510.773</b>
Porcentaje estimado del mercado de llantas usadas :15%	76.616
Porcentaje de reencauche 17,2% de llantas > a 1.2 mt-IDU	2.643
Porcentaje para uso artesanal 6,2-IDU	31.668
<b>TOTAL</b>	<b>399.846</b>

FUENTE: Elaboración propia

Según el IDU:

- El 71,9% pasan a ser combustible para hornos.
- El 17,2% son Reencauchadas
- El 2,3% Regrabadas.
- El 6,2% es usada como materia prima para artesanías.
- El 2,3% para otros usos entre ellos el reciclaje.

En estudios estadísticos realizados por diferentes investigadores<sup>16</sup> se descubre una intención de personas del 91% y de servitecas y montallantas del 88% para donar sus llantas fuera de uso, lo que implica una materia prima a un costo despreciable.

En consulta realizada al Instituto de Transportes y Tránsito de Pereira, se obtuvo la información del parque automotor; en un ajuste aproximado (automóviles, vehículos de carga y pasajeros) se hizo una estimación del universo de llantas usadas que para el segundo semestre del 2016 serían candidatas a ser recicladas. Teniendo en cuenta que Pereira representa un 60% de todo el departamento, un estimado del 100% de llantas usadas en el departamento de Risaralda da un total de 510.773 unidades de llantas al año.

El 6.2% de las llantas usadas de caucho (NFU) necesariamente seguirá siendo destinado para la industria de las artesanías cuyos productos además de ingeniosos representan el modus vivendi de una población querida, respetada e importante en Colombia.

Hoy el gobierno Nacional promueve e incentiva el uso del GCR en pavimentos mejorados especialmente en las nuevas vías 4G que modernizan la infraestructura vial del país con su programa estrella de **vías para la equidad**. Incluso forma parte del destino del dinero proveniente de la venta de ISAGEN.

<sup>16</sup> TAPASCO G Diana Carolina, MORENO L Sandra Liliana. Estudio de factibilidad de la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de granulo de caucho en Pereira. Facultad Ingeniería Industrial U.T.P. Pereira, Risaralda, 2014

## 7.2 CARACTERIZACION DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE RECICLAJE DE LLANTAS

GRANO DE CAUCHO FINO



GRANO DE CAUCHO GRUESO



El Acero, la Fibra textil y el grano de caucho reciclado –GCR- son los productos finales obtenidos mediante el proceso de trituración mecánica de las llantas de caucho fuera de uso-NFU.

**TABLA 7. PRODUCTOS A OBTENER EN EL PROCESO DE RECICLAJE DE LLANTAS**

PRODUCTO	PORCENTAJE
Granos de Caucho Reciclado – GCR –	67%
Acero	28%
Fibra textil	5%

FUENTE: IDU

El GCR es el principal producto (65-80% dependiendo de la eficacia del sistema) que para este caso se obtiene un 67% a partir de NFU, son numerosas las aplicaciones en las cuales se puede emplear este producto.

El polvo de caucho debe cumplir unas normas de calidad y una granulometría específica, una granulometría ideal es de 0,5-0,6 mm, otras granulometrías superiores también son empleadas para cumplir otros objetivos distintos en cuanto a las mezclas bituminosas, pero la más extendida es la de 0,5-0,6 mm para pavimento mejorado; de todas formas la maquinaria instalada permite obtener una granulometría superior pero nunca inferior a estos tamaños.

Las características químicas cumplirán las especificaciones y NORMAS TECNICAS (UNE53651 7,5 17,5, UNE53570 20,0 38,0 58, ISO 6528 1-3 - 5,0, ISO 5945 21,0 42,0 3.3.1.4, UNE53543 - 18,5) para contenido de Extracto acetónico, de Cenizas, de Negro de Carbono, Azufre y de Caucho natural así como de un Plan de Negocio Completo en una Planta de Reciclado de Neumáticos.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> DELARZE DÍAZ Paulina, Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción. Tesis para optar al Título de Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile. 2008



**TABLA 8. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL GCR**

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS PARTÍCULAS DE CAUCHO</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NORMA</b>	<b>PARAMETRO</b>
La densidad relativa	UNE 53526	1,15 ± 0,05
Contenido en agua	UNE 103 300 -3	> 0,75%.
Granulometría	UNEEN 933-1	

FUENTE: Universidad Austral de Chile

La proporción de contaminantes no está normalizada, existen algunas acostumbradas como son: El contenido de materiales ferromagnéticos no sobrepasará el 0,01% en peso del polvo de caucho. El contenido de materiales textiles no excederá el 0,5%. El contenido de cualquier otro tipo de impurezas, como arena, madera, vidrio, etc. No sobrepasará el 0,25% en peso del polvo de caucho. Los contaminantes minerales se determinan por separación en solución compuesta por una (1) parte de sal común en tres (3) partes de agua destilada. Con un tiempo de espera no menor de 30 minutos se considerará como contaminante mineral todo el material que no flote en el agua.

### **7.3 PRECIOS DE VENTA**

Se realizaron visitas industriales y contactos telefónicos y/o virtuales con los principales recicladores nacionales con la finalidad de investigar sobre la oferta, demanda y precio del GCR, del Acero y de la fibra textil; en consecuencia, los precios fueron proyectados con base en la realidad actual del mercado. El producto estrella de la planta es el Grano de Caucho Reciclado -GCR- con un precio proyectado para el 2017 de \$2.300.000 por Tonelada.

El acero (de excelente calidad), tiene un mercado garantizado en las siderúrgicas a un precio de \$321.000 la Tonelada, en entrevista personal con el jefe de planta de Mundo Limpio, afirmó que todo su Acero tenía un comprador Internacional con presencia en Colombia llamado Gerdau Diaco (Brasileño) a un precio por Kilo de \$400 el aro y \$300 la viruta de Acero, cuyos ingresos cubren los gastos administrativos, incluso según ECO-GREEN con el acero se financiará el 80% de los gastos. Se decidió adoptar un precio de venta de \$321000 por tonelada de acero.

La fibra textil libre de residuos metálicos tiene su propio mercado aunque no tan amplio a un precio de venta previsto de \$210.000 la tonelada. Mundo Limpio por ser la empresa líder en Colombia y la más antigua, tiene una maquinaria China que no suministra la fibra textil limpia de acero. No obstante la maquinaria que se desea adquirir es de tecnología de punta que separa la Fibra textil de manera apropiada (libre de acero) para su comercialización.

**TABLA 9. PRECIOS DE VENTA PROYECTADOS**

PRECIOS DE VENTAS PROYECTADOS										
PRODUCTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Precio GCR Tonelada	\$ <b>2.300.000</b>	\$ 2.392.000	\$ 2.487.680	\$ 2.587.187	\$ 2.690.675	\$ 2.798.302	\$ 2.910.234	\$ 3.026.643	\$ 3.147.709	\$ 3.273.617
Precio Fibra Textil	\$ <b>210.000</b>	\$ 218.400	\$ 227.136	\$ 236.221	\$ 245.670	\$ 255.497	\$ 265.717	\$ 276.346	\$ 287.400	\$ 298.895
Precio Acero	\$ <b>321.000</b>	\$ 333.840	\$ 347.194	\$ 361.081	\$ 375.525	\$ 390.546	\$ 406.167	\$ 422.414	\$ 439.311	\$ 456.883

FUENTE: Elaboración propia

Proyección a 10 años considerando el aumento en los precios de acuerdo al promedio de inflación anual del 4%

#### 7.4 PROYECCION EN VENTAS

La proyección de ventas considera dos factores, primero el incremento de la producción en toneladas que está en función del incremento estimado en 5% de la capacidad de recolección de NFU (materia prima); segundo en el incremento anual promedio estimado en 4% de la Inflación (a pesar del incremento en 2015 cercano a 7%).

**TABLA 10. VENTA PROYECTADAS A 10 AÑOS**

PRODUCTO	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
VENTAS DE GRANO	1.470.657.432	1.605.957.916	1.753.706.044	1.915.047.001	2.091.231.325	2.283.624.607	2.493.718.070	2.723.140.133	2.973.669.025	3.247.246.575
VENTAS RELLENO TEXTIL	10.020.703	10.942.607	11.949.327	13.048.665	14.249.143	15.560.064	16.991.590	18.554.816	20.261.859	22.125.950
VENTAS ACERO	85.777.216	93.668.720	102.286.242	111.696.577	121.972.662	133.194.146	145.448.008	158.829.225	173.441.513	189.398.133
<b>TOTAL \$</b>	<b>1.566.455.351</b>	<b>1.710.569.244</b>	<b>1.867.941.614</b>	<b>2.039.792.243</b>	<b>2.227.453.129</b>	<b>2.432.378.817</b>	<b>2.656.157.668</b>	<b>2.900.524.173</b>	<b>3.167.372.397</b>	<b>3.458.770.658</b>

FUENTE: Elaboración propia

## 7.5 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

En la actualidad el principal reciclador de llantas usadas en Colombia es Mundo Limpio en su planta de Carmen de Viboral – Antioquia, que fue adquirida por la transnacional MANUFACTURAS Y PROCESOS INDUSTRIALES LTDA – MPI como filial del consorcio Estadounidense SUN que decidieron constituir ,comprar o continuar con un activo, su propia firma asfaltadora ubicada en Barrancabermeja. La consecuencia es que la mayor producción de GCR en el país no está en oferta para el mercado Nacional de asfaltadores, similarmente la otra empresa pionera en Colombia Ecology Rubber ubicada en Medellín tomó la decisión estratégica de diversificar su actividad, descartó la producción de GCR y en su lugar, como materia prima (malla 20) comprarlo para ofrecer el servicio de “vaciado” en pisos. (Ver registro fotográfico ANEXO 1)

Ante este panorama de una demanda potencial que ha crecido en cantidades nunca vistas en Colombia se cuenta con una **oferta** así:

**Tradicional**, las dos empresas pioneras Mundo Limpio cuya producción autoabastece con exclusividad a su propia firma constructora de vías y Ecology Rubber que dejó de producir GCR adecuado para pavimento.

**Nueva**, son las empresas surgidas con el acompañamiento de la ANDI:

RECICLAIR LTDA. En Mosquera que tiene sus propios mercados en Bogotá y Cundinamarca;

CORPAUL en Yumbo valle cuya maquinaria llega hasta la malla 20, una empresa en construcción en Bucaramanga con información de difícil acceso y otras en Barranquilla y Medellín.

La oportunidad de negocios para una planta de reciclaje ubicada en el Área metropolitana de Pereira es casi única y feliz, en el corazón del triángulo dorado MEDELLÍN-BOGOTÁ-CALI y en el pulmón de la región cafetera:

Sin oferta departamental de GCR apropiado malla  $\geq 30$  y con nuevas necesidades del mercado como su inclusión en uno de los 3 Pacíficos: Anserma Nuevo – La Virginia; y otros como La Pintada – La Virginia y vías de acceso al Chocó con una demanda potencial insatisfecha. Un proyecto que permitirá una disposición final de los NFU amigable con el planeta que aporte al desarrollo económico del departamento y con la red de recolección de llantas genere empleo (desempleados, desplazados, mujeres cabeza de hogar, minusválidos, des-movilizados del conflicto económico-social-militar) será un aporte al proceso de paz de la Habana, resuelva el problema ambiental y sea una novedosa oportunidad para la comunidad Universitaria de la UTP de combinar la teoría con la práctica en la solución de problemas sentidos de la ciudadanía de Pereira y de Risaralda. Este proyecto se formula en el momento preciso y oportuno.

## 7.6 MERCADO OBJETIVO

Para el Grano de Caucho Reciclado (producto final) hay dos mercados potenciales:

- **Principal:** Malla 30, dependiendo de la tecnología de la maquinaria utilizada para producir un pavimento mejorado en lo que se conoce como mezcla asfáltica mejorada (Mezcla bituminosa al 4%).

- **Secundarios:** Entre malla 10 y malla 20 pero menores a malla 30. Para pisos tipo baldosa, pistas deportivas (velódromos, patinódromos), parques infantiles (tipo vaciado), canchas múltiples (microfútbol, voleibol, tenis), senderos de golf, entornos de piscinas, establos, etc. que requieren maquinaria menos sofisticada o menor esfuerzo de granulación-pulverización.

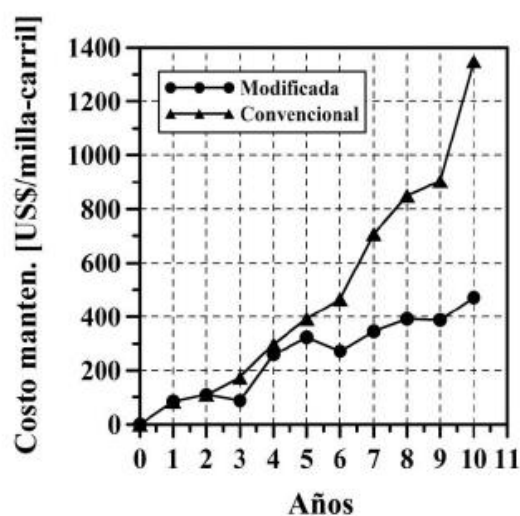
### 7.6.1 APLICACION DEL GCR EN LA CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS (MERCADO PRINCIPAL)

Para Colombia, modernizar la infraestructura vial del país (vías locales – arterias – viaductos – túneles – autopistas de cuarta generación-4G) además de ser un compromiso Internacional (TLC) es un propósito nacional. **Se estima en más de 2.000 Km en la construcción de nuevas vías.** Unas de las cuatro grandes vías a construir dentro de la Conexión Pacífico 3 es la concesión Anserma Nuevo - La Virginia. Esta CONEXIÓN que forma parte del programa “Vías para la Equidad”, fue aprobada a un costo inicial de 48.000 millones de pesos; sin mencionar los planes de desarrollo propios de Risaralda, Quindío y Caldas ni sus similares de Pereira, Armenia y Manizales.<sup>18</sup>

Desde 1843 el uso del caucho como modificador se utiliza en asfaltados mezclado con caucho natural conocido como **bitumen**. Ya en 1920 en Estados Unidos lo emplean **en mezclas asfálticas en caliente** y en 1980 comienza el mezclado de partículas de caucho con asfalto hasta llegar en 1995 a migas de caucho.

La mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho (MACC) produce un pavimento resistente al agua, resistente a grietas y rupturas y con mayor viscosidad, que mejora la resistencia a la fatiga, al agrietamiento, minimizan en un 40% la contaminación acústica que producen los neumáticos al circular por el asfalto, que si bien es cierto, aumenta ligeramente su costo lo compensa disminuyendo significativamente la necesidad de mantenimiento curativo y/o reparativo, esto comparado con la mezcla tradicional.

**FIGURA 2. COMPARATIVO DEL MANTENIMIENTO DE LAS VIAS**



FUENTE: Rubber Modifier in Asphalt Pavement – Summary of Practice Arizona Way (1999)

<sup>18</sup> Diario del Otún Publicado 11/09/2014

El GCR tiene propiedades ambientales favorables que producen un pavimento mejorado, resistente a condiciones climáticas extremas, valorizando los residuos no biodegradables de las llantas usadas (NFU).

## **7.7 ANÁLISIS DEL PRODUCTO EN EL MERCADO OBJETIVO**

En promedio la vida útil de las llantas se estima en 18 meses y todas cuando llegan a esta última etapa requieren un destino final amigable con el ambiente; cada llanta cuenta con un peso promedio mayor a 8 Kilos para los automóviles y camionetas particulares y mayor a 50 kilos para vehículos de transporte de carga y/o pasajeros (además de la maquinaria agrícola, industrial o especial). Se estima que con 250 llantas se produce 1 tonelada de Grano de Caucho Reciclado<sup>19</sup>, utilizado como modificador en el diseño de mezclas asfálticas.

El pavimento mejorado es utilizado con éxito en Europa, China, Estados Unidos, México, Brasil, Chile, y otras partes del mundo, prolongando la vida útil de las vías, disminuyendo su frecuencia e intensidad de mantenimiento y/o reparación además de mejorar su resistencia a: temperaturas extremas, dureza, permeabilidad al agua y absorción de ruidos y disminuye la fatiga; en Colombia en Bogotá ya ha sido probado por el IDU y comienza a ser aceptado por las firmas de ingenieros dedicadas a la construcción, mantenimiento y reparación de vías. Incluso hay registros de municipios como Puerto Tejada donde se realizaron ensayos innovadores de pavimento mejorado con granos de caucho.

**Nota:** Las llantas de las motocicletas y bicicletas, que no contienen acero y están constituidas casi solo de fibra textil, son descartadas para ser recicladas; esta empresa, con capacidad instalada suficiente y aprovechando el auge de la práctica del ciclismo y la popularización de la motocicleta, cuyas llantas no requieren mayor trabajo de trituración; sí serán sujeto de gestión final para obtener fibra textil de alta calidad.

## **7.8 ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR**

El gobierno Nacional en su propósito de modernizar la infraestructura vial ha lanzado el programa “Vías para la equidad” que en el caso del departamento de Risaralda contempla la autopista 4G Anserma Nuevo – La Virginia y tres autopistas más que comunicarán a Risaralda con el Chocó. Además en una cultura ambiental en ascenso, por un lado obliga a importadores y comercializadores de llantas y automotores a garantizar la gestión final de las llantas fuera de uso -post consumo y por otro lado incentiva a las firmas constructoras a utilizar el GCR-malla 30 mezclado con asfalto premiándolos con puntos adicionales en las licitaciones.

Estas circunstancias hacen crecer exponencialmente la demanda de mezcla asfáltica en general y de mezcla bituminosa (con GCR) en particular. La oferta de GCR en Colombia hoy es insuficiente y se agrava por el hecho de que el principal competidor nacional, MUNDO LIMPIO, toda su producción de GCR es exclusiva para autoabastecer su propia firma pavimentadora, MPI, según entrevista realizada en la misma planta, y CORPAUL que es la otra competencia más cercana (Yumbo) no produce GCR-malla 30 (polvo de GCR muy fino para mezcla asfáltica), quedaría la

---

<sup>19</sup> Instituto de Desarrollo Urbano, Boletín técnico N°3, Mejoras mecánicas de las mezclas asfálticas con GCR. Bogotá, Febrero 2015

empresa RECICLAIR de Mosquera – Cundinamarca y su similar de Bucaramanga que cubrirían sus propios mercados regionales; y Ecology Rubber que por el curso de sus nuevas actividades podría convertirse en un cliente potencial ya que actualmente no produce GCR (también según entrevista realizada en Medellín). Ver registró fotográfico ANEXO 2.

En la toda la Región cafetera **no existe** una planta que contribuya con el medio ambiente y resuelva la inexistente **oferta** de mezcla asfáltica mejorada con GCR

La producción y venta de GCR está sujeta a las necesidades, calidades y usos exigidas por el comprador. Los compradores del mercado principal son las firmas constructoras de vías, pero existe un mercado secundario que utilizaría el GCR en pisos, pistas y canchas deportivas, entornos de piscinas y otros. Se debe mencionar además en las circunstancias de legislación ambiental actuales, que para la construcción de las vías para la Equidad, que la competencia: departamental, de la región Cafeteras y del País es muy débil frente al crecimiento de la demanda que permite prever que el mercado de GCR de **ésta empresa** podría traspasar las fronteras del departamento de Risaralda.

El Grano de Caucho Reciclado constituye la mejor alternativa para mejorar el pavimento tradicional pues combinado con el asfalto produce una mezcla bituminosa con un cliente potencial: firmas relacionadas con la reparación, mantenimiento y construcción de vías (infraestructura vial) y sus proveedores. En Pereira se cuenta con 356 Km de vías urbanas con un 35% de deterioro que utilizando GCR deben ser reparadas y/o reconstruidas, con servicio de mantenimiento para las restantes y construcción de las nuevas vías proyectadas a nivel local y regional.

Recordemos que en el programa de Vías para la equidad se contempla la construcción de más de 2.000 Kilómetros de nuevas vía entre ellas los Pacíficos 1, 2 y 3. Sin contar con las vías locales y arteriales proyectadas por los municipios de Risaralda.

Ecopetrol a través de sus 5 mayoristas: Barranca-Bogotá-Cali uno de ellos es Quintero y Cia en Cali, distribuye la mezcla asfáltica a unos minoristas como Agregados el Cairo, empresa que se encuentra ubicada en la Virginia - Risaralda, para que éstos a su vez vendan la mezcla asfáltica a las firmas constructoras de vías. Para la incorporación del GCR los minoristas solo deberán hacer ligeras pero importantes modificaciones en sus instalaciones.

Se recuerda que:

- 250 llantas para obtener 1 tonelada de GCR
- 3,5 llantas para obtener 1  $\text{mt}^3$  de mezcla asfáltica
- 1 llanta para pavimentar cerca de 7  $\text{mt}^2$

Dimensiones del pavimento mejorado con GCR:

- Sub-base granular 24cm
- Base estabilizada 20cm
- Mezcla asfáltica 6cm

- Para pavimentar 200 mt con 9 mt de ancho y 0,16 mt de espesor se requieren 907 llantas que equivalen a 4.535 llantas/Kilometro<sup>20</sup> **y los 2000 Km de las nuevas vías para la Equidad requieren 9'070.000 llantas.**

Resistente a temperaturas extremas entre -20 grados centígrados y 50 grados centígrados.

Una aplicación secundaria del GCR malla 10-20 es para “vaciado” de pisos, pistas y canchas deportivas. Otra aplicación también significativa es en la industria del calzado y como aislantes de energía eléctrica en casi toda planta industrial.

---

<sup>20</sup> **RAMIREZ, Viviana Andrea.** Creación de una empresa dedicada a la al reciclaje de llantas a través de su trituración. Trabajo de grado administración de empresas. Bogotá D.C. Universidad EAN. Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas.



## 8. ESTUDIO OPERACIONAL

### 8.1 VIABILIDAD TECNOLÓGICA

Existen varios métodos para reciclar NFU:

- Trituración mecánica a temperatura ambiente
- Trituración criogénica
- Incineración con recuperación de energía
- Pirolisis
- Termólisis

El método apropiado para el desarrollo del presente proyecto es la Trituración Mecánica, toda vez que países desarrollados como Estados Unidos y España desde hace más de 70 años han utilizado el método de trituración de llantas y la técnica de agregar una porción de polvo de caucho a la mezcla de pavimento sustituyendo parte del asfalto. Este método fue desarrollado en Estados Unidos en los años 50 por Charles McDowell, (Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial [CEGESTI], 2011)

Actualmente España los fabricantes e importadores se han vinculado al reciclaje de los NFU creando un modelo de gestión de residuos neumáticos llamado Signos y Eco valor, con un sistema de recolección de NFU y transporte a centros de reciclaje para su valorización; ese modelo se ha replicado en otros países.

Sin embargo, en Colombia hasta hace pocos años se empezó a realizar el proceso de trituración de llantas fuera de uso, el IDU como parte de su estudio sobre mezcla asfáltica mejorada, entre enero de 2004 a noviembre de 2005 pavimentó un tramo de prueba en la ciudad de Bogotá con muy buenos resultados: resistencia al envejecimiento, mayor flexibilidad y durabilidad y menor necesidad de mantenimiento (IDU, 2008).<sup>21</sup>

### 8.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El grano de caucho reciclado GCR está compuesto por caucho vulcanizado proveniente de la trituración mecánica y separación de materiales de las llantas usadas, no es tóxico y es de suave olor.

- GCR: Granulo de caucho reciclado
- Densidad: 1.109 gr/cm<sup>3</sup> a 25°C
- Forma física: Gránulos de forma irregular
- Rango de dimensión: 0,5 – 5 mm
- Presentación: Bolsas de polipropileno de 50 kilos.

---

<sup>21</sup> **RAMIREZ, Viviana Andrea.** Creación de una empresa dedicada a la al reciclaje de llantas a través de su trituración. Trabajo de grado administración de empresas. Bogotá D.C. Universidad EAN. Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas. [En línea] 2012. [Citado el: 2 de Agosto de 2014.] <http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/2513/4/RamirezViviana2012.pdf>

### 8.3 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Está en función del tipo de maquinaria; de la materia prima disponible (determinada por la capacidad de recolección de NFU, que en este caso iniciará en el 27% del total de las llantas fuera de uso en Risaralda); de la mano de obra disponible y del tamaño y peso de la llanta a reciclar (pequeñas 8kilos y grandes 50 kilos), en nuestro caso.

**TABLA 11. CAPACIDAD INSTALADA DE LA MAQUINARIA**

CAPACIDAD INSTALADA	CANTIDAD
Toneladas llantas procesadas al MES 1 turno de 4 horas/día	80
Capacidad instalada al mes con 1 turno de 8 horas/día	178
Holgura de producción mensual con turno de 8 horas	98

FUENTE: Elaboración propia

La máxima capacidad de producción instalada es de 3 turnos/día los 267 días del año. Normalmente se considera un comienzo de 1 turno de 8 horas/día (1 Ton/hora), si se recolecta solo el 27% de las NFU disponibles en Risaralda, que corresponde a 94 toneladas de llantas al mes, se tendría una holgura de 98 horas/mes, por tal motivo se toma la decisión de ocupar los operarios para medio turno de 4 horas/día.

#### **La capacidad instalada es suficiente para gestionar (reciclar) las llantas fuera de uso de toda la Región Cafetera y el Norte del Valle**

Es estratégico aprovechar de manera inteligente, audaz, agresiva y eficiente el tiempo de adecuación de la bodega alquilada o de construcción de las instalaciones para recolectar la mayor cantidad de llantas usadas posibles creando una provisión de materia prima antes de iniciar actividades. Dicho tiempo se estima entre 6 meses a un año. Se debe buscar el apoyo de autoridades Municipales, de la comunidad Estudiantil de la UTP, de la CARDER y sus similares de Caldas y Quindío, de organizaciones ambientalistas y de la ciudadanía a través de las juntas de acción comunal de cada barrio.

En el supuesto de una media jornada de 4 horas, el personal de administración y dirección utilizará el tiempo restante para:

- Mantenimiento.
- Intensificar la logística de **recolección** de NFU en el departamento, en la región Cafetera y en el Norte del Valle
- Planificar el diseño y fabricación de equipos para producción de baldosas.
- Búsqueda de contratos para venta de GCR.
- Coordinación con las autoridades de la UTP acerca de las tesis de grado en curso.
- Trabajo de exploración sobre otras alternativas de reciclaje: Aluminio, basura electrónica, cobre, plástico, aceite de motor, aceite de cocina y otros.

Se ha previsto la necesidad de un terreno que utilizaría un total de 2900 mt<sup>2</sup> para el reciclaje de llantas NFU, motivo de esta tesis, distribuido de la siguiente manera:

- 1.000 m2 para la zona de almacenamiento y parqueadero.
- 1.400 m2 para la nave industrial.
- Mezanine de 100 m2 para oficinas.
- 500 m2 para ampliaciones futuras (Técnica- social -cultural).
- Altura de la nave entre 4.0 y 7.4 mt.

**TABLA 12. DATOS DE PRODUCCION**

<b>LLANTAS FUERA DE USO EN RISARALDA</b>	<b>llantas / año</b>
Total de llantas Fuera de Uso en Risaralda	<b>510.773</b>
Porcentaje de MERCADO LLANTAS USADAS 15%	76.616
Porcentaje de reencauche 17,2% de llantas > a 1.2 mt	2.643
Porcentaje para uso artesanal 6,2	31.668
<b>TOTAL</b>	<b>399.846</b>

<b>INSUMO</b>	<b>llantas / año</b>
Estimado de llantas anuales en Risaralda NFU	399.846
Estimado de llantas para procesar al año <b>27%</b>	107.958
Toneladas a procesar Año	<b>954</b>
Vr compra bolsas de 50 kl (\$500 /unidad)	<b>\$ 10.000</b>
Vr flete llanta * tonelada(ESTIMADO)	<b>\$ 45.000</b>

<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
Toneladas llantas procesadas al año con turno de 4 horas/día	<b>954</b>
Capacidad instalada al año con turno de 8 horas/día	<b>2.136</b>
Holgura de producción mensual con turno de 8 horas	<b>1182</b>

FUENTE: Elaboración propia

En este proyecto **descartamos** que las llantas para automóvil sean Regrabadas; en consecuencia, del total de las llantas disponibles en Risaralda, se resta un 6,2% para uso artesanal, un 15% para el mercado de las llantas usadas y un 17,2% para reencauche (solo de las llantas con tamaño > 1,2 mt) dejando como resultado 399.846 llantas al año en Risaralda y se estima reciclar solo un 27% de este total.

Se ha tenido en cuenta que por cada 50 llantas  $\leq$  1.20 mt con un peso promedio de 8 Kilos, se tritura una llanta grande con un tamaño > 1.20 mt y con un peso promedio de 50 Kilos, dejando como resultado 954 toneladas de llantas a procesar al año, que en la actualidad no tienen costo; se considera la compra de bolsas de 50 Kilos para el empaque a un valor de \$500 la unidad y un flete de \$45.000 por cada tonelada transportada.

**TABLA 13. TIPO DE VEHICULO Y SU PESO**

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Peso medio por neumático (kg)</b>
Turismos ligeros	6,5 – 9
Vehículos semi-ligeros	11
Camiones	50
Grandes trailers: Mínimo	55
Grandes trailers: Máximo	55 - 80
Maquinaria agrícola	100
Maquinaria industria / construcción	100

FUENTE: IDU informe N° 3 de 2013

Diferentes escenarios se presentan al considerar el costo de transporte hasta la planta, sin embargo atendiendo la política de alianzas que muestra el camino a seguir por el Ing. Hernando Cardona director del proyecto de RECICLAJE, se tiene interés en hacer un convenio-alianza con ANDI Risaralda a través del programa Rueda Verde: **Alianzas y convenios estratégicos que apuntan a que este sueño ambiental se convierta en una realidad**

#### **8.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROCESO**

- Proceso mecánico a temperatura ambiente.
- Control digital.
- Operación limpia
- Bajo nivel de mantenimiento.
- Alto consumo de energía eléctrica.
- Adaptable al entorno evitando ser fuente contaminante.
- Sólida estructura metálica.
- Base (fondo) rotatorio para mantenimiento y limpieza.
- Sin polución residual.
- Auto contenido para minimizar espacio.

Es entendible el recelo con tecnologías mundialmente conocidas y hasta con cotizaciones de maquinaria. En el numeral 10.9.1 Presentamos la información sobre especificaciones técnicas y precios suministrada por una empresa de Estados Unidos (ECO GREEN) fabricante de maquinaria y equipos especializados.

#### **8.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

Para realizar el Proceso de Reciclaje de Llantas es necesario pasar por diferentes etapas, después del proceso de recolección, clasificación, lavado, desinfectado, inmunizado y secado (en los distintos puntos de acopio).

- Alimentación

Las llantas son clasificadas por el operario en dos grupos, según su tamaño: automóvil hasta 1.2 mt, camión > 1.2 mt (las llantas con un tamaño mayor a 1.2 mt deben pasar

por el proceso de destalonamiento (retirar el aro de acero) para alimentar la línea de producción; esto para proteger las cuchillas y aumentar la eficiencia de trituración.

- Trituración – Clasificación

Llegan las llantas de automóviles y las de camión (después del proceso de destalonamiento) para ser trituradas en pedazos entre 15 y 30 cm.

- Molino

Mediante cuchillas fijas adheridas a tambores que giran en sentido contrario, los trozos de llanta son triturados contra una malla metálica perforada que solo deja pasar los trozos con tamaños definidos. En este proceso de trituración o molido empieza la separación del acero y de la fibra textil. Los trozos de llanta caen del molino a una mesa vibratoria para culminar la separación del caucho, la fibra textil y el acero. Encima de la mesa vibratoria se encuentra una campana de aspiración que retira la fibra textil y una banda imantada que separa los residuos metálicos (acero).

- Granulación

En las granuladoras el caucho es nuevamente triturado para reducirlo a partículas en forma de grano y por vibración separar el caucho y la fibra textil remanente, para ser retirada mediante una campana de aspiración que la deposita en un recipiente para su disposición final. La matriz de grano de caucho es conducida por transporte neumático a una segunda fase de separación del acero en la que se terminan de retirar los alambres más pequeños y usando el mismo sistema de transporte los granos de caucho son llevados a la tercera mesa vibratoria.

- Tamizaje

Los granos de caucho en un 95% libre de acero son conducidos desde el rodillo magnético a una tercera mesa vibratoria en la que pasan por una última etapa de aspiración de la fibra textil.

- Granulación fina

Dependiendo del kit de malla obtenemos granos de caucho reciclado-GCR-de diferentes tamaños:

Mayor a 3.35mm

Entre 1 y 3.35mm (malla 6 a malla 18)

Menores a 0.84mm (malla 20)

Entre 0.5mm y 0.84mm (**malla 30**)

para “vaciado” en parques infantiles.

para baldosas (pisos).

apropiados para **mezcla asfáltica mejorada.**

Los granos de caucho pasan a través del sistema de transporte neumático a tolvas para su posterior empaque que se realizará en sacos de 50 kg.

El material así empacado es conducido a la zona de almacenamiento.

## 8.5 NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

Se requiere de maquinarias especializadas con características, costos y rendimiento en función de su procedencia: Estados Unidos, Europa y China entre otros. Para este proyecto el rendimiento seleccionado será hasta de 1 ton/hora que dependerá de la

financiación que se logre conseguir. Adicionalmente a la maquinaria se ha previsto la adquisición de una Destalonadora, un equipo que destroce en pedazos de hasta 30cm, un silo para almacenamiento de los productos terminados y un extractor de residuos metálicos; el tamaño de los granos obtenidos dependerá del Kit de mallas utilizado.

En video-conferencias con fabricantes de maquinaria y equipos de los Estados Unidos y de Hungría, para explorar sobre características, tecnología, ficha técnica, capacidades de producción, precios, garantías, mantenimiento, suministro de repuestos, capacitación, cotizaciones se presenta a modo de ilustración una ficha técnica proveniente de la empresa Eco Green.

La bodega alquilada debe ser acondicionada para prever espacio, tanto para la trituración mecánica como para el área de estacionamiento, Mezanine para oficinas, área de parqueadero y báscula tanto para recepción de materia prima como para despacho de productos terminados, en el caso de comprar un terreno y construir las instalaciones, se requiere de una propuesta arquitectónica que satisfaga las condiciones y exigencias del proyecto de Reciclaje.

Para la adquisición de materia prima se tienen dos alternativas: Adquirida a un costo cero (\$0) con un pequeño valor de transporte. Alternativa a través de un convenio-alianza con la ANDI Risaralda.

Requerimiento: 1 Tonelada llantas/hora

En cuanto a la cantidad de personas a contratar es relativamente baja ya que la empresa es muy mecanizada, se contratarán 21 personas para iniciar, esperando a corto plazo, crecer a medida que aumente la materia prima disponible (llantas usadas NFU-recolectadas).

### 8.5.1 FICHA TÉCNICA DE PLANTA ECO GREEN CR-1000 (1 TON / HORA)

**FIGURA 3. SISTEMA DE TRITURADO**



ECO CR-1000 System		Starting at \$1.3m USD
Input Product	Car and Truck Tires	
Input Size	Tire Diameter up to 1200 mm (47")	
End Product Size	6.5 mm – 80 mesh	
Input Capacity	Up to 1 ton / hour	
Total kW (Based on 50–60 Hz)	535 kW	
Est. Power Consumption/h	305 kW/h.	
Warehouse Size (Equipment Only)	1,400 Sq. Meters (15,100 Sq. Ft.)	

FUENTE: Eco Green Equipment

### 8.5.2 FICHA TÉCNICA DE DESTALONADORA ECO GREEN (NO INCLUIDA EN EL SISTEMA GENERAL)

FIGURA 4. DESTALONADORA



DETALLE	VALOR
Destalonadora Eco Green	Precio US\$90.000
Producción	50 – 60 llantas / Hora
KW	44,13
Dimensiones	5,26 X 2,24 X 1,96

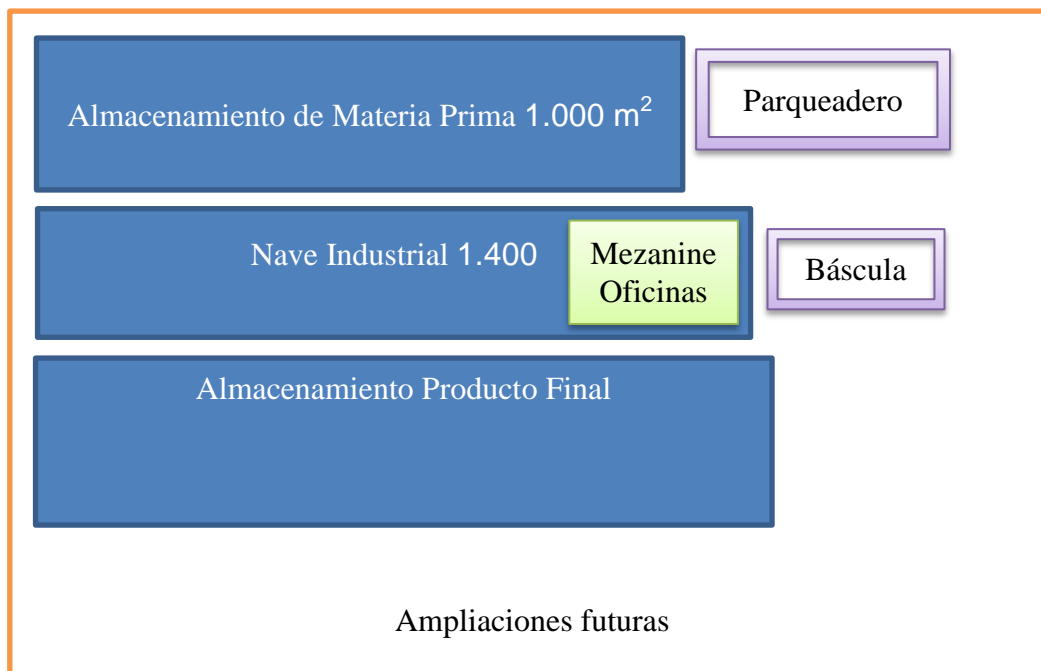
FUENTE: Eco Green Equipment

### 8.6 INFRAESTRUCTURA

En total serían 2900 m<sup>2</sup> así:

- 1.000 m<sup>2</sup> para la zona de almacenamiento de materia prima y parqueadero.
- 1.400 m<sup>2</sup> para la nave industrial.
- Mezanine de 100 m<sup>2</sup> para oficinas.
- 500 m<sup>2</sup> para ampliaciones futuras (Técnica- social –cultural-investigación).
- Altura de la nave entre 4.0 y 7.4 mt.
- Espacio para Contenedores de acero y fibra textil
- Espacio para los silos de almacenamiento del GCR

**FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**



## 8.7 MANO DE OBRA

**TABLA 14. MANO DE OBRA REQUERIDA**

A continuación se presenta la mano de obra presupuestada para cuando la planta se encuentre en un funcionamiento del 100%. Sin embargo, en los primeros 14 meses no es necesario contar con todos los funcionarios y se presenta la tabla del personal necesario para la fase de instalación e inicio de operaciones.

MANO DE OBRA FASE INICIAL		
PROPUESTA	CANTIDAD	SALARIO
<b>OPERATIVOS DE MEDIO TIEMPO</b>	<b>1</b>	<b>500.000</b>
Gestores comerciales	1	500.000
<b>ADMINISTRATIVOS</b>	<b>4</b>	<b>8.400.000</b>
Gerente General	1	3.000.000
Asistente Gerencia	1	900.000
Gerente Técnico y de Mantenimiento	1	2.500.000
Gerente Comercial	1	2.000.000
<b>EXTERNOS</b>	<b>5</b>	<b>6.000.000</b>
Contador	1	1.000.000
Abogado	1	1.000.000
Revisor fiscal	1	1.000.000
Seguridad privada vigilante	2	1.500.000



MANO DE OBRA AL 100%		
PROPUESTA	CANTIDAD	SALARIO
<b>OPERATIVOS MEDIO TIEMPO</b>	<b>12</b>	<b>5.068.362</b>
operarios maquina	3	500.000
operarios empaque	2	344.727
Servicios Generales y aseo	1	344.727
Coterios	3	344.727
Almacenista	1	500.000
Gestores comerciales	2	500.000
<b>ADMINISTRATIVOS</b>	<b>5</b>	<b>10.900.000</b>
Gerente General	1	3.000.000
Asistente Gerencia	1	900.000
Gerente Técnico y de Mantenimiento	1	0
Gerente Financiero	1	2.500.000
Gerente Comercial	1	2.500.000
<b>EXTERNOS</b>	<b>5</b>	<b>2.000.000</b>
Contador	1	<b>5.068.362</b>
Abogado	1	500.000
Revisor fiscal	1	344.727
Seguridad privada vigilante	2	344.727

FUENTE: Elaboración Propia

En cuanto al presupuesto de la mano de obra requerida cuando la planta se encuentre trabajando al 100%, se requiere de cinco administrativos de tiempo completo una nómina administrativa fijas de \$10.900.000 más las prestaciones de ley; además se tiene un total de cinco externos que no generan parafiscales.

Trabajadores operativos se necesitan 12 personas, suficientes para las cantidades a producir y al grado de automatización del proceso productivo trabajarán medio tiempo.

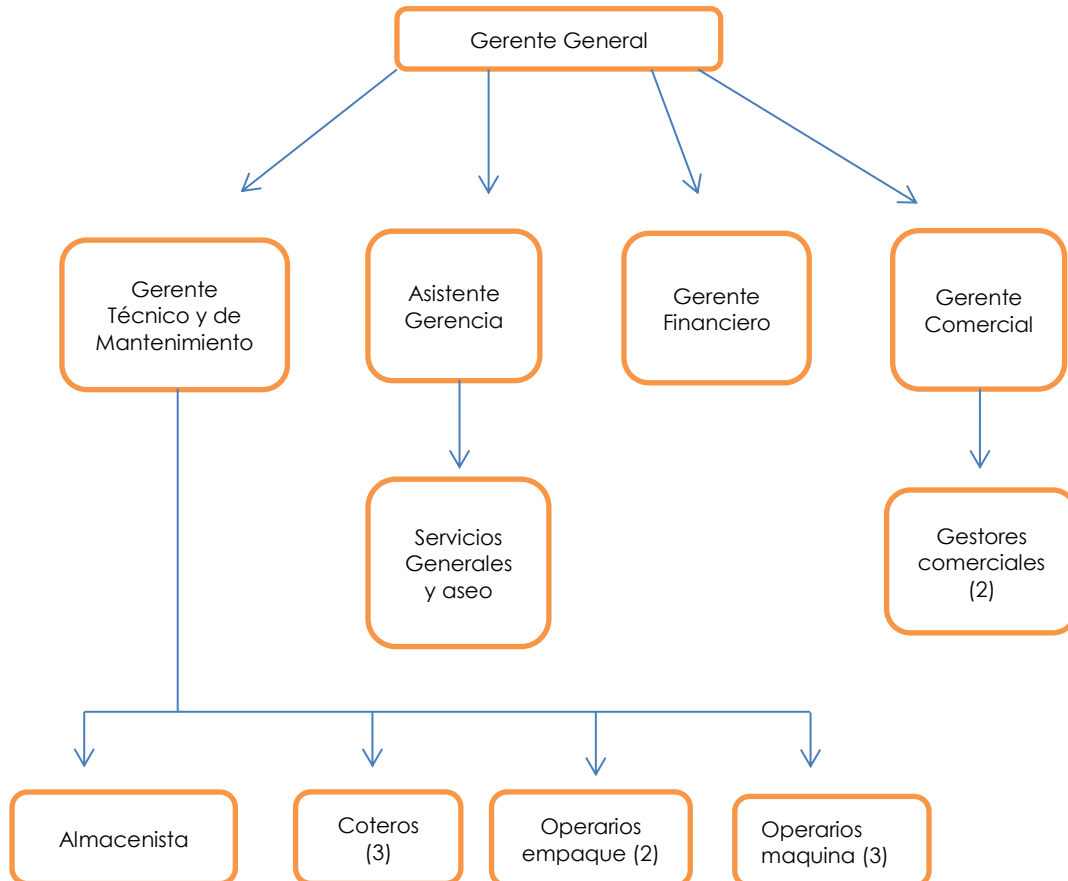
Personal Administrativos : por sus funciones deben dedicarse de tiempo completo-8 horas-con la meta de garantizar tanto el suministro de materia prima como optimizar el proceso productivo y las ventas de los productos finales, especialmente tratándose de posicionar en el mercado a una empresa nueva.

El aspecto limitante y crítico es la materia prima disponible: Llantas fuera de uso recolectadas, en la medida que se consolide la logística respectiva el % a reciclar proyectado crecerá y por supuesto se justificará un turno laboral de tiempo completo de 8 horas.

## 9. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

### 9.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

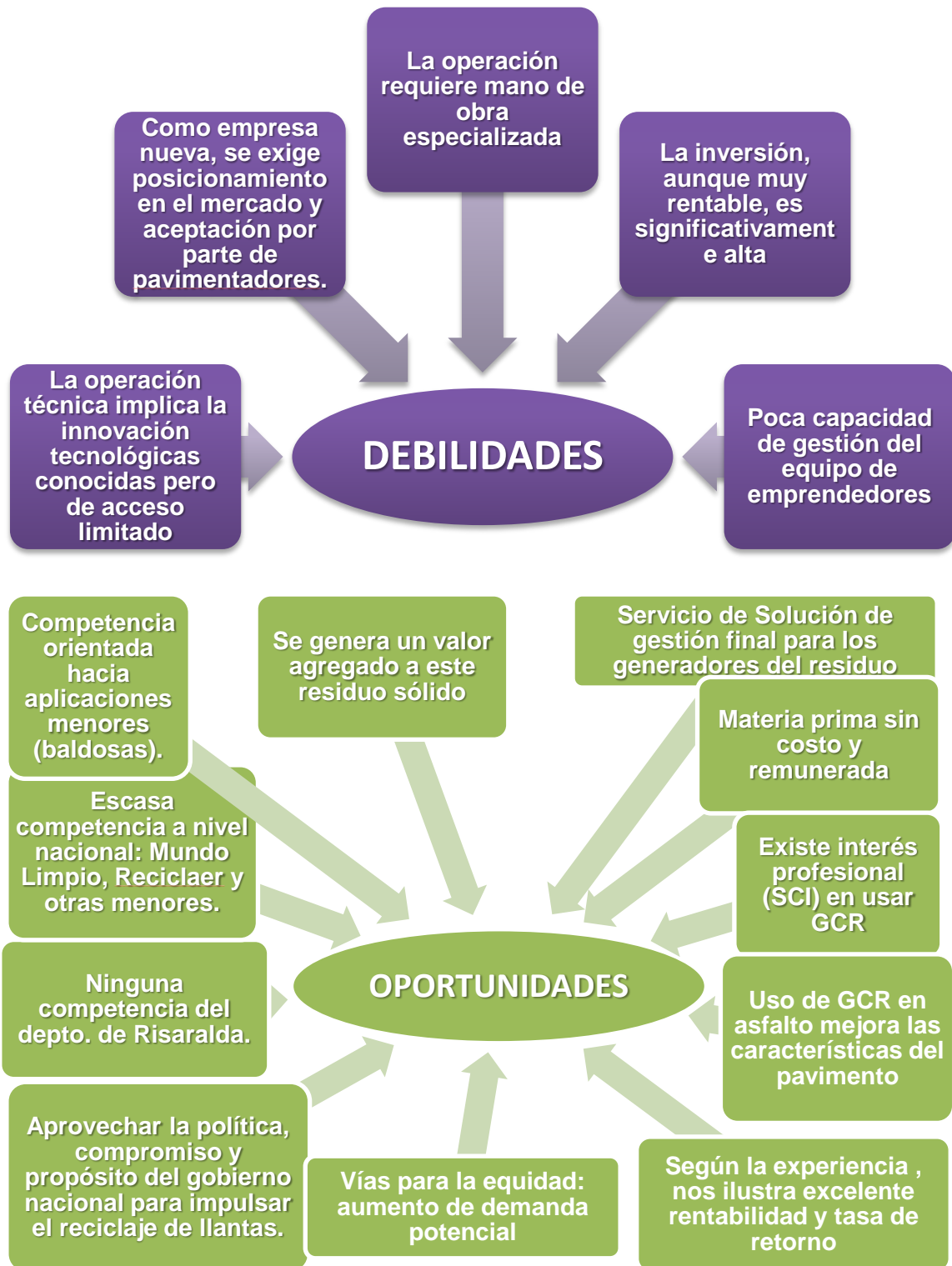
FIGURA 6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

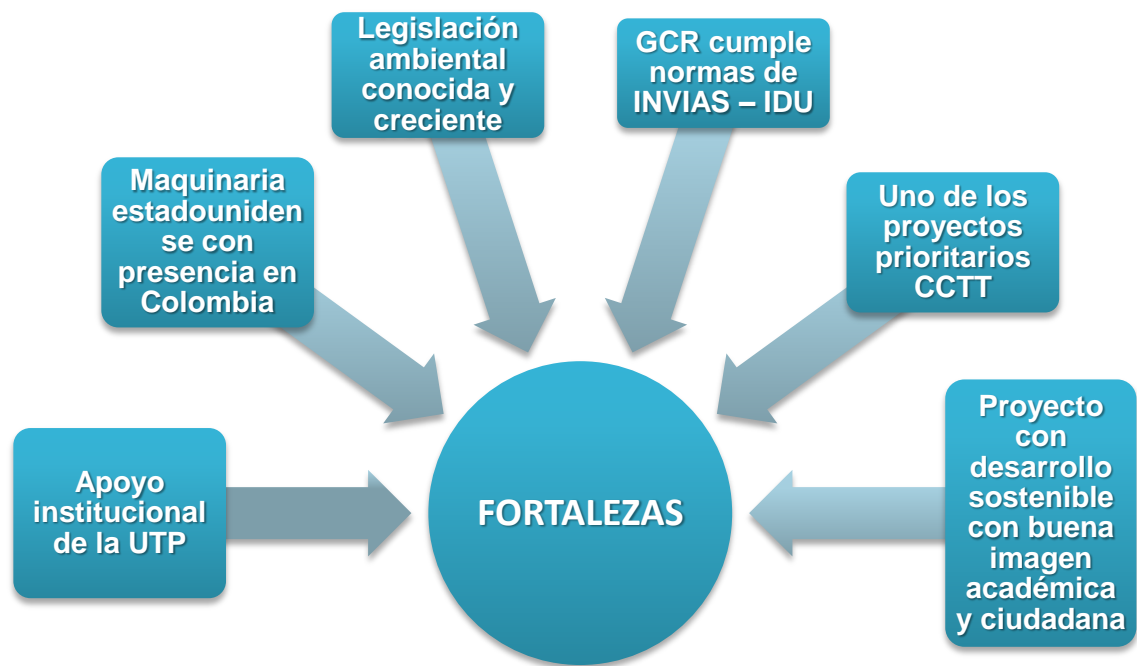


FUENTE: Elaboración Propia

## 9.2 ANÁLISIS DOFA

FIGURA 7. ANÁLISIS DOFA





FUENTE: Elaboración conjunta en el equipo de investigación – producción del RECICLAJE. UTP. 2015

### 9.3 TIPO DE SOCIEDAD

Este es un proyecto en la modalidad de SPIN OFF surgido desde la academia atendiendo la política que desde el ministerio de Educación a través de las diferentes Universidades hace una invitación para que la comunidad Universitaria sea cada vez más emprendedora e Innovadora y ofrece resolver con toda su capacidad de gestión las necesidades financieras, de logística, estructurales y de asesoría a los proyectos que considere importantes y con viabilidad tecnológica, económica y administrativa.

Este proyecto cuenta con el apoyo institucional de la Universidad Tecnológica de Pereira a través del rector y su equipo ejecutivo tanto docente como administrativo.

La decisión a tomar en cuanto al tipo de sociedad a constituirse se encuentra en análisis por parte de los agentes involucrados: Creador del Proyecto, Grupo de trabajo constituido, Universidad Tecnológica de Pereira e instituciones oficiales y mixtas relacionadas con el proyecto. Dicho análisis-asesoría indicará el tipo, modalidad, objetivos, perspectivas, bondades **Ambientales – económicas – sociales y académicas** y el porcentaje de financiamiento estatal, el fomento a proyectos tipo SPIN OFF y el estímulo a iniciativas que aporten solución a los problemas **Ambientales del país y del planeta**. Además el carácter de los aportes oficiales puede ser:: apoyo total, préstamo, inclusión de capital privado, donación de terreno o entrega en comodato, exoneraciones especiales (IVA-IMPUESTOS-etc.).

El capital social dependerá del tipo de sociedad; citando un ejemplo en la modalidad de socio Industrial y socio capitalista, el equipo de trabajo aporta su capacidad de trabajo y el socio capitalista el recurso económico en una alianza ganadora 50-50.

Una vez definido el tipo de sociedad y garantizada la financiación del proyecto (aporte oficial, Leasing, inversión privada, entre otros) se constituirá la sociedad previo el trámite de permiso ambiental y definición por parte de su junta directiva sobre la repartición de utilidades.

### 9.4 COSTOS ADMINISTRATIVOS

**TABLA 15. PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS**

PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS	
	AÑO 1
ALARMA	1.200.000
INTERNET	840.000
MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE CAMARAS	600.000
SEGURO EQUIPOS pactado con el Leasing	10.000.000
MANTENIMIENTO EQUIPOS COMPUTO	3.600.000
MANTENIMIENTO MAQUINARIA	12.000.000
SEGURIDAD INDUSTRIAL	2.400.000
ARRENDAMIENTO	96.000.000
SERVICIOS OFICINA ( LUZ, AGUA)	3.600.000
PAPELERIA E INSUMOS DE ASEO	1.200.000
PLAN CORPORATIVO CELULAR	3.600.000
DEPRECIACIÓN	285.001.200
AMORTIZACIÓN PRE-OPERATIVOS	67.555.639
<b>TOTAL</b>	<b>487.596.839</b>

## 10. ESTUDIO FINANCIERO

### 10.1 REQUERIMIENTO DE ACTIVOS

TABLA 16. ACTIVOS FIJOS

INVERSION EN DOLARES		PRECIO DEL DÓLAR	FECHA ACTUALIZADA DEL DÓLAR
DESTALONADORA	90.000	3.268,00	domingo 10 de enero de 2016
PLANTA TRITURADORA	1.300.000		
<b>TOTAL EN DOLARES</b>	<b>1.390.000</b>		

ACTIVOS	CANTIDAD	VALOR TOTAL
DESTALONADORA	1	294.120.000
PLANTA TRITURADORA	1	4.248.400.000
Instalación de internet, cámaras y seguridad	1	10.000.000
Equipo de computo	7	14.000.000
Planta eléctrica	1	40.000.000
Muebles y enseres	1	8.000.000
Equipos Celulares	2	600.000
<b>TOTAL ACTIVOS FIJOS</b>		<b>4.615.120.000</b>

FUENTE: Elaboración propia

Los valores están sustentados en cotización de maquinaria y equipos y en información comercial vigente. El precio del dólar es un factor determinante para el costo de la maquinaria.

### 10.2 INVERSIÓN INICIAL.

TABLA 17. TOTAL DE LA INVERSIÓN

PREOPERATIVOS	Costo
Adecuación de la nave industrial alquilada	\$100.000.000
Constitución de la empresa	\$56.884.440
Transporte y nacionalización de la maquinaria	\$40.782.478
Estudios técnicos: Mercado, de infraestructura, de materiales	\$5.000.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$202.666.918</b>

TABLA DE INVERSIÓN	
ACTIVOS FIJOS	4.615.120.000
INVERSIÓN DIFERIDA (GASTOS PRE-OPERATIVOS)	202.666.918
CAPITAL DE TRABAJO	127.460.384
<b>TOTAL</b>	<b>4.945.247.302</b>

FUENTE: Elaboración propia

El total de Activos se da de la sumatoria de activos fijos + los costos Pre-operativos +Capital de trabajo que representa los costos de operación de los dos primeros meses.

La Inversión inicial será 50% apoyo financiero estatal e inversión privada y 50% Leasing. Dichos porcentajes podrían variar en función de la gestión realizada por las instituciones integradas al proyecto.

### 10.3 FLUJO DE CAJA ANUAL

**TABLA 18. FLUJO DE CAJA PROYECTADO**

<b>FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO</b>											
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>AÑO 6</b>	<b>AÑO 7</b>	<b>AÑO 8</b>	<b>AÑO 9</b>	<b>AÑO 10</b>
<b>Utilidad Neta</b>		77.272.449	154.144.810	239.136.147	378.338.124	482.141.005	596.816.360	723.477.993	863.355.362	1.017.805.954	1.188.329.034
Inversión por Leasing	2.472.623.651										
+ Depreciaciones		285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200
+ Pre operativos		135.111.279	67.555.639	67.555.639							
- Amortizaciones capital leasing		131.016.855	148.704.130	168.779.188	191.564.378	217.425.569	246.778.021	280.093.054	317.905.617	360.822.875	409.533.963
+ Diferencia impuestos		38.059.564	37.862.506	41.861.405	68.562.168	51.126.792	56.481.891	62.385.581	68.894.824	76.072.680	83.988.979
+ Venta de activos											
+ Liquidación K de trabajo											
<b>Flujo de Caja del Proyecto \$</b>	<b>2.472.623.651</b>	<b>134.205.080</b>	<b>395.860.025</b>	<b>464.775.202</b>	<b>540.337.114</b>	<b>600.843.427</b>	<b>691.521.430</b>	<b>790.771.719</b>	<b>899.345.769</b>	<b>1.018.056.959</b>	<b>1.147.785.250</b>

FUENTE: Elaboración propia



- Se tomó la decisión de incluir solo el valor del Leasing (50%), fundamentada en que el otro 50% (inversión privada) se justifica plenamente en la buena Tasa Interna de Retorno  $TIR = 18,45\%$  que está muy por encima de la Tasa Interna de Oportunidad  $TIO = 11\%$  esperada por los accionistas; con una cantidad de llantas a procesar en el año de 107.958 que representan un 27%
- Por Ley existe un ingreso que no se ha contemplado; es el dinero que el distribuidor ha incluido o incluirá en la factura como costo de post-consumo dada la reciente resolución ambiental sobre responsabilidades del consumidor final de llantas para automotores.
- La información financiera utilizada en tabla se derivó de un documento Excel elaborado que contiene los flujos proyectados.

**TABLA 19. VALOR PRESENTE**

<b>AÑO</b>	<b>VALOPRESENTE</b>	<b>TIO</b>
1	<b>\$ 3.497.352.575</b>	11%
2	<b>\$ 3.735.875.833</b>	11%
3	<b>\$ 3.741.820.883</b>	11%
4	<b>\$ 3.679.354.272</b>	11%
5	<b>\$ 3.534.283.673</b>	11%
6	<b>\$ 3.312.555.195</b>	11%
7	<b>\$ 2.975.538.619</b>	11%
8	<b>\$ 2.501.950.272</b>	11%
9	<b>\$ 1.867.409.795</b>	11%
10	<b>\$ 1.044.037.061</b>	11%

FUENTE: Elaboración propia

Para realizar el flujo anual del proyecto se determina una tasa interna de oportunidad-TIO- deseada del 11% de acuerdo a percepciones de inversionistas similares en el mercado. Es de tenerse en cuenta que el análisis está bajo el supuesto de la financiación del 50% del valor total, toda vez que el restante está como flujo proporcionado por los inversionistas quienes se benefician con una TIR del 18,45%.

## 10.4 ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO

**TABLA 20. ESTADO DE RESULTADOS**

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA											
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INFLACION (4%) + CRECIMIENTO EN VENTAS (5%)		9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
<b>INGRESOS OPERACIONALES</b>		1.566.455.351	1.707.436.333	1.861.105.603	2.028.605.107	2.211.179.567	2.410.185.728	2.627.102.443	2.863.541.663	3.121.260.413	3.402.173.850
COSTO DE VENTAS		266.857.953	290.875.169	317.053.934	345.588.788	376.691.779	410.594.040	447.547.503	487.826.778	531.731.188	579.586.995
<b>INGRESOS NO OPERACIONALES</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS NO OPERACIONALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		<b>1.299.597.398</b>	<b>1.416.561.164</b>	<b>1.544.051.669</b>	<b>1.683.016.319</b>	<b>1.834.487.787</b>	<b>1.999.591.688</b>	<b>2.179.554.940</b>	<b>2.375.714.885</b>	<b>2.589.529.225</b>	<b>2.822.586.855</b>
GASTOS SUELDOS		362.864.353	377.378.927	392.474.084	408.173.047	424.499.969	441.479.968	459.139.166	477.504.733	496.604.922	516.469.119
GASTOS PREOPERATIVOS		67.555.639	67.555.639	67.555.639	0	0	0	0	0	0	0
GASTOS GENERALES Y DE ADMIN		135.040.000	140.441.600	146.059.264	151.901.635	157.977.700	164.296.808	170.868.680	177.703.427	184.811.565	192.204.027
DEPRECIACIONES		285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>		<b>449.136.206</b>	<b>546.183.798</b>	<b>652.961.482</b>	<b>837.940.437</b>	<b>967.008.919</b>	<b>1.108.813.713</b>	<b>1.264.545.894</b>	<b>1.435.505.524</b>	<b>1.623.111.538</b>	<b>1.828.912.508</b>
GASTOS FINANCIEROS		333.804.193	316.116.917	296.041.860	273.256.669	247.395.478	218.043.027	184.727.994	146.915.431	103.998.173	55.287.085
INGRESOS FINANCIEROS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>UTILID ANTES DE IMPTOS</b>		<b>115.332.013</b>	<b>230.066.880</b>	<b>356.919.622</b>	<b>564.683.768</b>	<b>719.613.440</b>	<b>890.770.686</b>	<b>1.079.817.900</b>	<b>1.288.590.093</b>	<b>1.519.113.365</b>	<b>1.773.625.423</b>
IMPTO DE RENTA X PAG		38.059.564	75.922.071	117.783.475	186.345.643	237.472.435	293.954.326	356.339.907	425.234.731	501.307.410	585.296.390
<b>UTILIDAD NETA DE EJERCICIO</b>		<b>77.272.449</b>	<b>154.144.810</b>	<b>239.136.147</b>	<b>378.338.124</b>	<b>482.141.005</b>	<b>596.816.360</b>	<b>723.477.993</b>	<b>863.355.362</b>	<b>1.017.805.954</b>	<b>1.188.329.034</b>

FUENTE: Elaboración propia

## 10.5 PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN

Tabla de cantidades de producción. Aumentando el 5% haciendo la salvedad de dejar el parque automotor constante, circunstancia que va a favor del proyecto.

**TABLA 21. PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN**

PRESUPUESTO DE PRODUCCIÓN										
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Total de llantas disponibles en Risaralda	399.846	431.434	465.517	502.293	541.974	584.790	630.989	680.837	734.623	792.658
Porcentaje anual de reciclaje	27%	32%	37%	42%	47%	52%	57%	62%	67%	72%
Llantas recicladas anualmente	107.958	138.059	172.241	210.963	254.728	304.091	359.664	422.119	492.197	570.714
Toneladas llantas procesadas anualmente	954	1.220	1.523	1.865	2.252	2.688	3.179	3.732	4.351	5.045
Capacidad instalada anual con 1 turno de 8 horas/día	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136	2.136
Holgura de producción	1.182	916	613	271	-116	-552	-1.043	-1.596	-2.215	-2.909

FUENTE: Elaboración propia

La producción inicia con un total de 107.958 llantas disponibles, de las cuales el 2% corresponde a llantas con un peso promedio de 50 kilos y el 98% a llantas con un peso promedio de 8 kilos; esto genera 954 toneladas/año, que con una capacidad de producción instalada de 2.136 toneladas, genera una holgura anual de 1.182; por lo cual se recomienda iniciar con un turno de medio tiempo (4 horas/día) los cuatro primeros años y si es el caso generar horas extras de los operarios. Se ha proyectado un crecimiento anual en el parque automotor del 7,9%, esto de acuerdo a publicaciones realizadas en “Dinero” por BBVA Research<sup>22</sup>; y un aumento del 5% en el porcentaje reciclado anualmente.

<sup>22</sup> DISPONIBLE EN LA WEB: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/colombia-tendra-35-millones-vehiculos-2020/168797>

## 10.5 PROYECCIÓN DE GASTOS ADMINISTRATIVOS

**TABLA 22. PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS**

PRESUPUESTO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS										
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
ALARMA	1.200.000	1.248.000	1.297.920	1.349.837	1.403.830	1.459.983	1.518.383	1.579.118	1.642.283	1.707.974
INTERNET	840.000	873.600	908.544	944.886	982.681	1.021.988	1.062.868	1.105.383	1.149.598	1.195.582
MANTENIMIENTO Y SOPORTE DE CAMARAS	600.000	624.000	648.960	674.918	701.915	729.992	759.191	789.559	821.141	853.987
SEGURO EQUIPOS	10.000.000	10.400.000	10.816.000	11.248.640	11.698.586	12.166.529	12.653.190	13.159.318	13.685.691	14.233.118
MANTENIMIENTO EQUIPOS COMPUTO	3.600.000	3.744.000	3.893.760	4.049.510	4.211.491	4.379.950	4.555.148	4.737.354	4.926.849	5.123.923
MANTENIMIENTO MAQUINARIA ECO GREEN	12.000.000	12.480.000	12.979.200	13.498.368	14.038.303	14.599.835	15.183.828	15.791.181	16.422.829	17.079.742
SEGURIDAD INDUSTRIAL	2.400.000	2.496.000	2.595.840	2.699.674	2.807.661	2.919.967	3.036.766	3.158.236	3.284.566	3.415.948
ARRENDAMIENTO	96.000.000	99.840.000	103.833.600	107.986.944	112.306.422	116.798.679	121.470.626	126.329.451	131.382.629	136.637.934
SERVICIOS OFICINA ( LUZ, AGUA)	3.600.000	3.744.000	3.893.760	4.049.510	4.211.491	4.379.950	4.555.148	4.737.354	4.926.849	5.123.923
PAPELERIA E INSUMOS DE ASEO	1.200.000	1.248.000	1.297.920	1.349.837	1.403.830	1.459.983	1.518.383	1.579.118	1.642.283	1.707.974
PLAN CORPORATIVO CELULAR	3.600.000	3.744.000	3.893.760	4.049.510	4.211.491	4.379.950	4.555.148	4.737.354	4.926.849	5.123.923
DEPRECIACIÓN	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200	285.001.200
AMORTIZACIÓN PRE-OPERATIVOS	67.555.639	67.555.639	67.555.639	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>487.596.839</b>	<b>492.998.439</b>	<b>498.616.103</b>	<b>436.902.835</b>	<b>442.978.900</b>	<b>449.298.008</b>	<b>455.869.880</b>	<b>462.704.627</b>	<b>469.812.765</b>	<b>477.205.227</b>

FUENTE: Elaboración propia

## 10.6 REQUERIMIENTO DE CAPITAL DE TRABAJO

**TABLA 23. CAPITAL DE TRABAJO**

<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	
CARGA SALARIAL 2 PRIMEROS MESES	60.477.392
COSTOS FIJOS 2 PRIMEROS MESES	22.506.667
INSUMOS 2 PRIMEROS MESES	44.476.326
<b>TOTAL</b>	<b>127.460.384</b>

FUENTE: Elaboración propia

Con el capital de trabajo es el efectivo para pagar los costos de operación de los dos primeros meses, incluye materia prima, sueldos, parafiscales y honorarios, costos fijos, entre ellos nómina, arriendo, servicios públicos, papelería, entre otros, y materia prima e insumos.

## 10.7 SISTEMA DE FINANCIAMIENTO

**TABLA 24. TABLA DE LEASING**

Modalidad: LEASING											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
PLAZO (Años).	10										
VLR. NOMINAL DEL PRESTAMO	2.472.623.651										
TASA DE INTERES (DTF+8puntos).	13,50%										
<b>Cuota Anual</b>		<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>64.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>	<b>464.821.048</b>
Interés		333.804.193	316.116.917	296.041.860	273.256.669	247.395.478	218.043.027	184.727.994	146.915.431	103.998.173	-55.287.085
Amortización a Capital		131.016.855	148.704.130	168.779.188	191.564.378	217.425.569	246.778.021	280.093.054	317.905.617	360.822.875	409.533.963
Saldo		2.341.606.796	2.192.902.666	2.024.123.478	1.832.559.099	1.615.133.530	1.368.355.509	1.088.262.454	770.356.838	409.533.963	\$ 0
Flujo Neto Préstamo	2.472.623.651	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048	464.821.048

FUENTE: Elaboración propia

**Plan B:** Como alternativa financiera, el proyecto prevé que los argumentos ambientales, económicos de generación de empleo y académicos son lo suficientemente fuertes, viables y válidos para que los inversionistas privados aprovechen esta oportunidad novedosa en el departamento de Risaralda de realizar **LA MEJOR INVERSIÓN AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE** se mencionan algunos candidatos a socios – aliados:

- ECONOMÍA SOLIDARIA DEL DEPARTAMENTO DE RISARALDA (FAVI- UTP, COODELMAR, COEDUCAR, SECTOR TRANSPORTE, OTRAS COOPERATIVAS).
- INSTITUCIONES OFICIALES Y/O PRIVADAS (BANCO MUNDIAL, INNPULSA, BANCOLDEX, ONU, OEA ENTRE OTROS)

- GOBERNACIÓN Y ALCALDÍAS DE LA REGIÓN CAFETERA, CARDER.
- FIRMAS DE OBRAS CÍVILES (AUTOPISTA DEL CAFÉ, SCI – RISARALDA).
- IMPORTADORES - COMERCIALIZADORES DE LLANTAS.
- SECTOR AUTOMOTRÍZ DE RISARALDA (BUSSCAR, AYCO, SUZUKI).
- MINISTERIOS Y PLANEACIÓN NACIONAL.
- CONVENIOS UTP (MISION CANADÁ, MISIÓN ALEMANA, GRUPO NESTLÉ, SENA, COLCIENCIAS).
- EMPRESARIOS (FRISBY, INGENIO RISARALDA, GERENCIAR Y OTROS).

## 10.8 COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

**TABLA 25. COSTOS VARIABLES PROYECTADOS**

COSTOS VARIABLES PROYECTADOS										
CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Energía	207.805.518	216.117.738	224.762.448	233.752.946	243.103.064	252.827.186	262.940.274	273.457.885	284.396.200	295.772.048
Agua	6.563.040	6.825.562	7.098.584	7.382.527	7.677.829	7.984.942	8.304.339	8.636.513	8.981.973	9.341.252
<b>TOTAL COSTO MENSUAL</b>	9.543.526	9.925.268	10.322.278	10.735.169	11.164.576	11.611.159	12.075.606	12.558.630	13.060.975	13.583.414

FUENTE: Elaboración propia



## 10.9 PUNTO DE EQUILIBRIO

Con la producción proyectada se satisface plenamente la necesidad del punto de equilibrio

$$P.E = \frac{\text{COSTOS FIJOS TOTALES}}{[1 - (\text{COSTO VARIABLES} / \text{VENTAS TOTALES})]}$$

$$P.E = \frac{487.596.837}{1 - (266.857.953 / 1.566.455.351)}$$

$$P.E = \$ 587.719.458$$

## 10.9 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE FACTIBILIDAD

**TABLA 26. FLUJO DE CAJA**

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO											
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>Utilidad Neta</b>		\$ 77.272.449	\$ 154.144.810	\$ 239.136.147	\$ 378.338.124	\$ 482.141.005	\$ 596.816.360	\$ 723.477.993	\$ 863.355.362	\$ 1.017.805.954	\$ 1.188.329.034
Inversión por Leasing	-\$ 2.472.623.651										
+ Depreciaciones		\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200	\$ 285.001.200
+ Pre operativos		-\$ 135.111.279	\$ 67.555.639	\$ 67.555.639							
- Amortizaciones capital leasing		-\$ 131.016.855	-\$ 148.704.130	-\$ 168.779.188	-\$ 191.564.378	-\$ 217.425.569	-\$ 246.778.021	-\$ 280.093.054	-\$ 317.905.617	-\$ 360.822.875	-\$ 409.533.963
+ Diferencia impuestos		\$ 38.059.564	\$ 37.862.506	\$ 41.861.405	\$ 68.562.168	\$ 51.126.792	\$ 56.481.891	\$ 62.385.581	\$ 68.894.824	\$ 76.072.680	\$ 83.988.979
+ Venta de activos											
+ Liquidación K de trabajo											
<b>Flujo de Caja del Proyecto</b>	-\$ 2.472.623.651	\$ 134.205.080	\$ 395.860.025	\$ 464.775.202	\$ 540.337.114	\$ 600.843.427	\$ 691.521.430	\$ 790.771.719	\$ 899.345.769	\$ 1.018.056.959	\$ 1.147.785.250

<b>TIR</b>	<b>17,50%</b>	Tasa para decidir sobre la inversión
<b>TIO</b>	<b>11%</b>	Tasa Interna de Oportunidad
<b>VPN</b>	<b>\$ 3.437.605.337</b>	Valor de la Venta del Proyecto hoy
<b>RELACION COSTO BENEFICIO</b>	<b>0,39</b>	Mide la rentabilidad (Cuantas veces los ingresos cubren los egresos)

<b>Pay out</b>	<b>112.485.033</b>	<b>278.095.026</b>	<b>273.665.662</b>	<b>266.666.184</b>	<b>248.536.540</b>	<b>239.750.964</b>	<b>229.790.270</b>	<b>219.044.821</b>	<b>207.828.047</b>	<b>196.389.609</b>	<b>251.587.066</b>
Saldo por recuperar	2.360.138.618	2.082.043.592	1.808.377.930	1.541.711.746	1.293.175.206	1.053.424.242	823.633.972	604.589.151	396.761.104	200.371.495	51.215.571
Recupera la Inversión o Falta	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>FALTA</b>	<b>OK</b>
<b>AÑO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>

FUENTE: Elaboración propia

En conclusión se presenta una oportunidad de negocio, amigable con el ambiente, con una aceptable rentabilidad **TIR SUPERIOR A LA TASA ACEPTABLE PARA EL INVERSIONISTA-TIO** (tasa interna de oportunidad) y con un mercado Risaraldense potencialmente insatisfecho cuya demanda se entraría a satisfacer casi con exclusividad. Son el momento y las circunstancias propicias para construir la planta de reciclaje de llantas y producción de GCR en el área metropolitana de Pereira.

## CONCLUSIONES

- En esencia es un proyecto de carácter Ambiental, con beneficios económicos, sociales y académicos.
- Su hilo conductor busca minimizar la quema de llantas al aire libre que libera sustancias químicas hacia la atmósfera; eliminar riesgos ambientales para la salud y reducir el contagio de enfermedades por picaduras o mordeduras de insectos o roedores.
- La sede será en el Área Metropolitana de Pereira con la vigilancia y asesoría de la Universidad Tecnológica de Pereira, con capacidad de producción instalada suficiente para resolver el problema de pos consumo de las llantas fuera de uso de **toda la Región Cafetera y Norte del Valle**.
- Económicamente **es rentable** (TIR = 18,45% e inversión recuperable a los 11 años), pero si así no lo fuera, es una oportunidad de **la mejor inversión amigable con el ambiente** justificable como una reparación de la deuda ambiental que se tiene con “nuestra casa común” el planeta tierra.
- La gestión de post-consumo separa y valoriza los componentes de la llanta en Granos de Caucho Reciclado-GCR-, Acero y Fibra Textil.
- Con la venta del acero y la fibra textil se cubre el 70% de los gastos Administrativos.
- Se utiliza tecnología de punta adquiriendo maquinaria con capacidad de procesamiento de 1 ton/hora disponible para 3 turnos de 8 horas/día sub-utilizada en un principio pero con tecnología vigente por varios años.
- Hoy con el propósito nacional de modernizar la infraestructura vial, su programa de vías para la equidad que proyecta la construcción de 2000 km de nuevas avenidas incluso de cuarta generación-4G-que aunado a la creciente legislación y cultura ambiental requeriría 9’070000 llantas fuera de uso(NFU) necesarios para producir la mezcla bituminosa. El resultado es una demanda creciente a tasas nunca vistas ni soñadas; con oferta insuficiente para la demanda nacional e in-existente en la región cafetera. Incluso la competencia más fuerte: MUNDO LIMPIO (abastece su propia empresa asfaltadora MPI con sede en Barrancabermeja) y ECOLOGY RUBBER se dedicada únicamente a “vaciar” (**con GCR comprado**) pistas y parques infantiles, abandonando la producción de GCR.
- En resumen: menor oferta y mayor demanda!!!...estamos en el mejor momento y las mejores circunstancias para crear una planta de Reciclaje de llantas de caucho, fuera de uso en el área Metropolitana de Pereira.

- Se tomó la decisión de incluir solo el valor del Leasing (50%), fundamentada en que el otro 50% (inversión privada) se justifica plenamente en la buena Tasa Interna de Retorno  $TIR = 18,45\%$  que está muy por encima de la Tasa Interna de Oportunidad  $TIO = 11\%$  esperada por los accionistas; con una cantidad de llantas a procesar en el año de 107.958 que representan un 27% de toda la población de llantas candidatas a ser recicladas en el departamento de Risaralda.
- Por Ley existe un ingreso que no se ha contemplado; es el dinero que el distribuidor ha incluido o incluirá en la factura como costo de post-consumo dada la reciente resolución ambiental sobre responsabilidades del consumidor final de llantas para automotores.
- La información financiera utilizada en tabla se derivó de un documento Excel elaborado que contiene los flujos proyectados con un leasing previsto del 50% de la inversión total. Un  $TIR = 18.45\%$  y 11 años para recuperar la inversión y utilizando una jornada de  $\frac{1}{2}$  turno de 4 horas/día que implica recolectar un 27% de llantas fuera de uso en el departamento de Risaralda. La meta es optimizar la logística de recolección y buscar un convenio-alianza con las autoridades de los departamentos de Caldas y del Quindío que resuelva la dificultad de la materia prima disponible.
- Para la financiación se cuenta con dos alternativas que **no son mutuamente excluyentes**
  - 1- Financiación oficial total o parcial
  - 2- Plan b con la política de convenios – socios – aliados que posibiliten la realización de un **sueño ambiental**

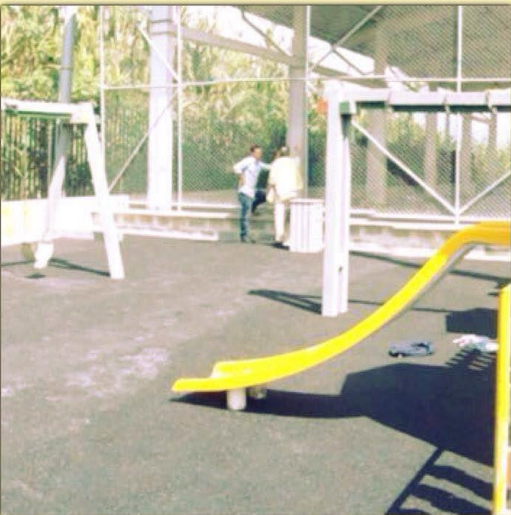
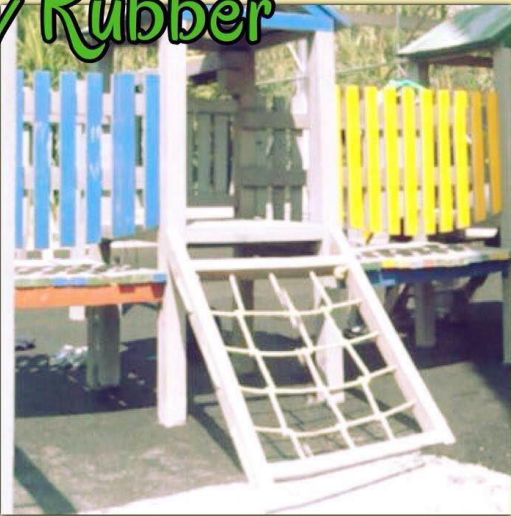
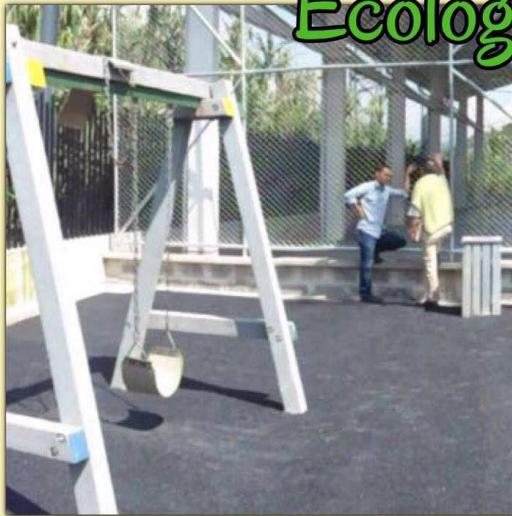
## ANEXOS 1 REGISTRO FOTOGRAFICO



## ANEXOS 2 REGISTRO FOTOGRAFICO

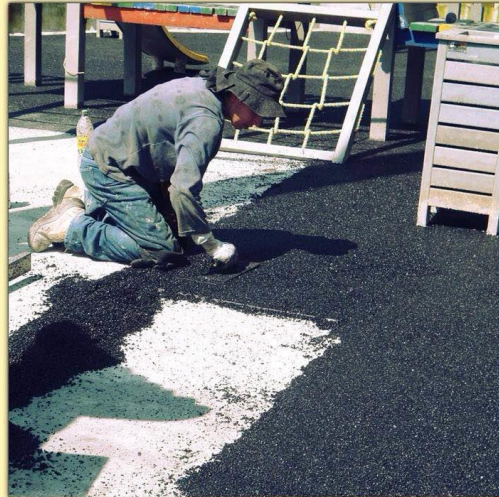
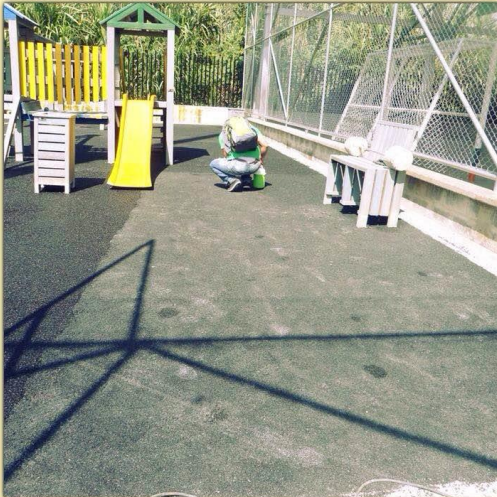
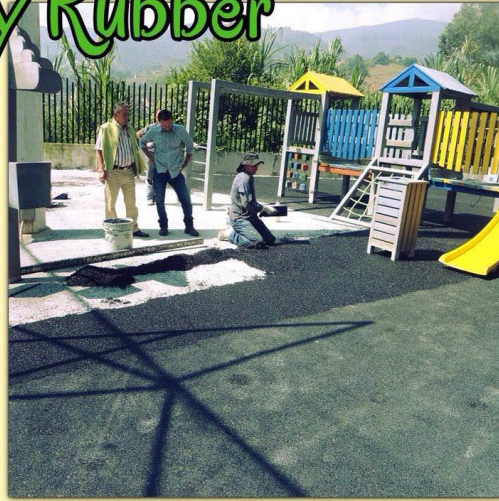


# Ecology Rubber





# Ecology Rubber





### ANEXOS 3 FOTOGRAFICOS



# Visita a yumbo



## **BIBLIOGRAFÍA**

DELARZE D. Paulina A. Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción. Tesis para optar al Título de Ingeniero Constructor Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de construcción civil. Valdivia-Chile 2008

GONZALEZ, Cristian. Plan de desarrollo de un software enfocado en las buenas prácticas del cultivo de plátano. UTP. Pereira, 2012

RAMIREZ, Viviana Andrea. Creación de una empresa dedicada a la al reciclaje de llantas a través de su trituración. Trabajo de grado administración de empresas. Bogotá D.C. Universidad EAN. Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas. [En línea] 2012.

TAPASCO G Diana Carolina, MORENO L Sandra Liliana. Estudio de factibilidad de la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de granulo de caucho en Pereira. Facultad Ingeniería Industrial U.T.P. Pereira, Risaralda, 2014

## WEB GRAFÍA

<http://www.urosario.edu.co/Plaza-Capital/CIUDADANIA/El-problema-con-las-llantas-falta-de-conciencia-de/>

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>

Ministerio de Defensa Nacional. Dirección General Marítima. Centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas.

ciohLibroPanoramaDeLaContaminacionDelCaribeColombiano1

Instituto de Desarrollo urbano de Bogotá.IDU.2008

[http://www.corpaul.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33](http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33)

Instituto de Transportes y Transito de Pereira.

<http://www.vicepresidencia.gov.co/prensa/2015/Paginas/Risaralda-ya-tiene-en-marcha-cuatro-proyectos-del-Plan-de-Vias-para-la-Equidad-150813.aspx>

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40063>

*Rubber Manufacturers Association*

[www.goodyear.cl](http://www.goodyear.cl)

**CORANTIOQUIA.** Gestion de recursos solidos en la jurisdiccion de corantioquia. *Sitio web de CORANTIOQUIA.* [En línea]. [Citado el: 20 de Enero de 2014.]

<http://www.corantioquia.gov.co/docs/LOGROS/GIRS.htm>

<http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/2513/4/RamirezViviana2012.pdf>

Diario del Otún Publicado 11/09/2014

Instituto de Desarrollo Urbano, Boletín técnico N°3, Mejoras mecánicas de las mezclas asfálticas con GCR. Bogotá, Febrero 2015

<http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/2513/4/RamirezViviana2012.pdf>

<http://www.dinero.com/empresas/articulo/colombia-tendra-35-millones-vehiculos-2020/168797>